# TeraOhmXA 10 kV

MI 3210

## Bedienungsanleitung

*Version 1.2; Code Nr. 20 752 360*

METREL®

Händler:

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Slowenien
Website: http://www.metrel.si
E-Mail: metrel@metrel.si

CE Das Kennzeichen auf Ihrem Gerät bescheinigt, dass es die Anforderungen der EU (Europäische Union) an Sicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit erfüllt

© 2013 METREL

Diese Veröffentlichung darf ohne schriftliche Genehmigung durch METREL weder vollständig noch teilweise vervielfältigt oder in sonstiger Weise verwendet werden.

## Inhaltsverzeichnis

**1 Allgemeine Beschreibung ..... 5**
1.1 Merkmale ..... 5
**2 Sicherheits-und Betriebshinweise ..... 6**
2.1 Warnungen und Hinweise ..... 6
2.2 Akku und Laden des Bleiakkus ..... 9
2.2.1 Vorladung ..... 10
2.3 Geltende Normen ..... 12
**3 Gerätebeschreibung ..... 14**
3.1 Gerätegehäuse ..... 14
3.2 Bedienertafel ..... 14
3.3 Zubehör ..... 16
3.3.1 Messleitungen ..... 16
3.4 Display-Organisation ..... 18
3.4.1 Messergebnisfenster ..... 18
3.4.2 Messkontrollfenster ..... 19
3.4.3 Nachrichten fenster ..... 21
3.4.4 Akku-, Zeit- und Kommunikationsanzeige ..... 22
3.4.5 Messergebniszeile ..... 22
3.4.6 Grafische Darstellung der gemessenen Daten ..... 23
3.4.7 Hintergrundlicht betrieb ..... 23
**4 Hauptmenü ..... 24**
4.1 Hauptmenü des Geräts ..... 24
4.2 Benutzerdefinierte Prüfungen ..... 25
4.2.1 Erstellen einer benutzerdefinierten Prüfung ..... 25
4.3 Speichermenü ..... 26
4.3.1 Ergebnisse speichern ..... 26
4.3.2 Abrufen von Ergebnissen ..... 27
4.3.3 Ergebnisse löschen ..... 28
4.3.4 Benutzerdefinierte Prüfung löschen ..... 28
4.3.5 Löschen des gesamten Speicherinhalts ..... 29
4.4 Einstellungsmenü ..... 29
4.4.1 Sprachauswahl ..... 30
4.4.2 Auswahl der Grundeinstellungen ..... 30
4.4.3 Uhrzeit auswahl ..... 30
4.4.4 Auswahl des Datums ..... 30
4.4.5 Übertragungsmodus ..... 31
4.4.6 Kontrastauswahl ..... 31
4.4.7 Warnsignal ..... 31
4.4.8 Diagrammauswahl ..... 31
4.4.9 Durchschlagsauswahl ..... 32
4.4.10 Angaben zum Gerät ..... 32
4.5 Hilfe Menü ..... 32
**5 Messungen ..... 33**
5.1 Allgemeine Informationen zu Hochspannungsprüfungen ..... 33
5.1.1 Der Zweck von Isolationsprüfungen ..... 33
5.1.2 DC vs. AC Prüfspannung ..... 33

5.1.3 Typische Isolationsprüfungen ..... 33
5.1.4 Elektrische Darstellung von Isolationsmaterial ..... 34
5.2 Einige Anwendungsbeispiele ..... 35
5.2.1 Grundlegende Isolationswiderstandsprüfung ..... 35
5.2.2 Spannungabhängigkeitsprüfung - Stufenspannungsprüfung ..... 35
5.2.3 Zeitabhängigkeitsprüfung - Diagnoseprüfung ..... 35
5.2.4 Stoßspannungsprüfung ..... 37
5.3 GUARD-Klemme (Prüfableitklemme) ..... 38
5.4 Mittelungsoptionen ..... 39
5.4.1 Der Zweck der Mittelung ..... 39
5.4.2 Beispiel für die Mittelung ..... 40
5.5 Messmenü ..... 41
5.6 Messung des Isolationswiderstands ..... 42
5.6.1 Grenze festlegen ..... 44
5.7 Diagnoseprüfung ..... 45
5.7.1 Dielektrisches Absorptionsverhältnis (DAR) ..... 47
5.7.2 Polarisationsindex (PI) ..... 47
5.7.3 Dielektrische Entladungsprüfung (DD) ..... 48
5.8 Stufenspannungsprüfung ..... 50
5.9 Stoßspannungs prüfung ..... 52
5.10 True RMS Voltmeter ..... 54

**6 Kommunikation ..... 55**

**7 Wartung ..... 56**
7.1 Einsetzen und Austausch der Akkus ..... 56
7.2 Reinigung ..... 58
7.3 Regelmäßige Kalibrierung ..... 58
7.4 Kundendienst ..... 58

**8 Technische Daten ..... 59**
8.1 True RMS Voltmeter ..... 61
8.2 Allgemeine Daten ..... 62

**Appendix A – Fernbedienung ..... 63**

# 1 Allgemeine Beschreibung

## 1.1 Merkmale

Das **TeraOhm XA 10 kV (MI 3210)** ist ein tragbares, netz- oder batteriebetriebenes Prüfgerät mit einem hervorragenden IP-Schutz (IP65), das für die Diagnose des Isolationswiderstands unter Verwendung von hohen Prüfspannungen bis zu 10 kV bestimmt ist. Es wurde mit dem umfangreichen Wissen und der im Laufe vieler Jahre Tätigkeit in diesem Bereich erworbenen Erfahrung entwickelt und hergestellt.

Verfügbare Funktionen und Merkmale, die das **TeraOhm XA 10kV** Messgerät bietet:

- Breiter Messbereich (5 kΩ ... 20 TΩ);
- Isolationsmessung;
- Stufenspannungsprüfung;
- Prüfung der Spannungsfestigkeit (DC) bis zu 10 kV;
- Spannungs- und Frequenzmessung bis zu 550 V TRMS
- Polarisationsindex (PI);
- Dielektrisches Absorptionsverhältnis (Dielectric Absorption Ratio - DAR);
- Dielektrisches Entladungsverhältnis (Dielectric Discharge Ratio - DD);
- Diagramm R(t);
- Einstellbare Prüfspannung (50 V...10 kV) in 50 V- und 100 V-Schritten;
- Programmierbarer Timer;
- Automatisches Entladen des Prüflings nach Abschluss der Messung;
- Kapazitätsmessung;
- AC-Eingangsstrom Geräuschunterdrückung (1 mA@600 V);
- Feststellung von Hochspannungsausfällen;
- Grenzstatus;
- Zusätzliche Mittelung des Ergebnisses (5, 10, 30, 60)
- Kommunikation über USB und RS232;
- Hohe Überspannnungskategorie CAT IV / 600 V.

Ein **320x240 Punktmatrix-LCD** ermöglicht leicht lesbare Ergebnisse und bietet alle verbundenen Parameter.
Der Betrieb ist unkompliziert und eindeutig, um dem Nutzer zu ermöglichen, das Gerät ohne eine spezielle Schulung bedienen zu können (ausgenommen das Lesen und Verstehen dieser Betriebsanleitung).

Die Prüfergebnisse können im Gerät gespeichert werden. Die PC Software HVLink PRO, die als Bestandteil des Standardsets im Lieferumfang enthalten ist, ermöglicht die Übertragung der gemessenen Ergebnisse auf den PC, von wo aus sie analysiert oder ausgedruckt werden können.

# 2 Sicherheits-und Betriebshinweise

## 2.1 Warnungen und Hinweise

Um ein Höchstmaß an Bedienersicherheit während der Durchführung verschiedener Prüfungen und Messungen zu gewährleisten, empfiehlt Ihnen Metrel, Ihre TeraOhm XA 10kV Geräte in einem guten und unbeschädigten Zustand zu halten. Bei der Benutzung des Geräts beachten Sie folgende, allgemeine Warnhinweise:

- **Das Symbol auf dem Gerät bedeutet: „Für einen sicheren Betrieb lesen Sie die Bedienungsanleitung besonders aufmerksam“. Das Symbol erfordert eine Handlung!**

- **Das Symbol auf dem Gerät bedeutet “An den Prüfklemmen können gefährliche Spannungen auftreten!”.**
- **Wenn das Prüfgerät auf eine Art und Weise benutzt wird, die nicht in diesem Benutzerhandbuch angegeben ist, könnte der durch das Gerät gebotene Schutz beeinträchtigt werden!**
- **Lesen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig, anderenfalls könnte der Einsatz des Geräts für den Bediener, das Gerät oder die zu prüfende Ausrüstung gefährlich werden!**
- **Verwenden Sie das Gerät oder irgendein Zubehör nicht, wenn eine Beschädigung festgestellt wurde!**
- **Beachten Sie alle allgemein bekannten Vorsichtsmaßnahmen, um die Gefahr eines elektrischen Schlags beim Umgang mit gefährlichen Spannungen zu vermeiden!**
- **Verwenden Sie das Instrument nicht in Versorgungssystemen mit Spannungen, die höher als 600 V sind!**
- **Servicedienstleistungen oder Einstellungen dürfen nur von kompetentem Fachpersonal durchgeführt werden!**
- **Verwenden Sie nur standardmäßiges oder optionales Zubehör, das von Ihrem Händler geliefert wird!**
- **Im Inneren des Geräts herrschen gefährliche Spannungen vor. Trennen Sie alle Messleitungen, entfernen Sie das Netzkabel und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie das Batteriefach öffnen.**
- **Es sind alle üblichen Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um die Gefahr eines elektrischen Schlags während der Arbeiten an elektrischen Anlagen zu vermeiden!**

### ⚠ Auf die Messfunktionen bezogene Warnungen:

**Arbeiten mit dem Gerät**

- Verwenden Sie nur standardmäßiges oder optionales Zubehör, das von Ihrem Händler geliefert wird!
- Das zu prüfende Gerät muss ausgeschaltet sein (d.h. getrennt sein) bevor die Messleitungen an das Gerät angeschlossen werden.
- Die Prüfspitzen dürfen nur für die TRMS-Spannungsmessung (CAT IV 600 V) verwendet werden.
- Keine Hochspannungsmessleitung mit Spitze für die TRMS-Spannungsmessung in einem CAT III oder CAT IV Umfeld verwenden. Das Risiko der Überbrückung von zwei Hochenergieleitern mit Spitze, was in einem Lichtbogen und Kurzschluss resultiert.
- Vor dem Start der Hochspannungsmessung immer das Zubehör zum Gerät und zum Prüfobjekt anschließen. Die Messleitungen oder Krokodilklemmen während der Messung nicht berühren. Nur der handgeführte Teil der Hochspannungsmessleitung mit Spitze darf während der Messung berührt (gehalten) werden.
- Keine leitfähigen Teile des zu prüfenden Geräts während der Prüfung berühren, Stromschlagrisiko!
- Sicherstellen, dass das geprüfte Objekt getrennt ist (Netzspannung getrennt), bevor mit der Isolationswiderstandsmessung begonnen wird!
- Im Falle eines kapazitiven Prüfobjekts (langzeitgeprüftes Kabel usw.), darf die automatische Entladung des Objekts nicht unmittelbar nach Abschluss der Messung erfolgen – Es wird die Meldung "Bitte mit dem Entladen warten" angezeigt.
- Schließen Sie das Gerät nicht an eine Netzspannung an, die sich von der auf dem Etikett neben dem Netzstecker definierten unterscheidet, ansonsten kann das Gerät beschädigt werden.
- Legen Sie an die Prüfanschlüsse keine externe Spannung an, die höher als 600 V DC oder AC (CAT IV Umgebung) ist, um Schäden am Prüfgerät zu vermeiden!

**Umgang mit kapazitiver Last**

- Beachten, dass 40 nF, die auf 1 kV geladen werden oder 9 nF, die auf 10 kV geladen werden, gefährlich stromführend sind!
- Das gemessene Objekt während der Prüfung nie berühren, bis es vollständig entladen ist.
- Die maximale externe Spannung zwischen zwei beliebigen Leitungen beträgt 600 V (CAT IV Umfeld).

### ⚠ Akkurelevante Warnhinweise:

- **Die Akkus niemals in einem Feuer entsorgen, da dies eine Explosion hervorrufen oder ein toxisches Gas erzeugen kann**
- **Die Akkus nicht versuchen auseinanderzubauen, zu zerquetschen oder zu zerstechen, da dies zum Auslaufen von Schwefelsäure führen kann, die Verletzungen verursachen könnte.**
- **Die Polarität der externen Kontakte auf einem Akku nicht kurzschließen oder umkehren.**

- **Den Akku von Kindern fernhalten.**
- **Den Akku nicht übermäßigen Stößen/Einwirkungen oder Vibrationen aussetzen.**
- **Keinen beschädigten Akku verwenden.**
- **Das Gerät verwendet einen ventilgeregelten (versiegelte) Bleiakku (LC – R123R4PG). Es wurde darauf ausgelegt, den Akku der Nutzung entsprechend automatisch zu laden und die Kapazität zu erhalten.**

## 2.2 Akku und Laden des Bleiakkus

Das Gerät wurde entwickelt, um von wiederaufladbaren Blei - Säure Akkus oder mit Netzstromversorgung betrieben zu werden. Das LCD enthält eine Anzeige des Akkuzustands und der Stromquelle (oberer linker Abschnitt des LCD). Falls die Batterie zu schwach ist, zeigt das Gerät dies so an, wie in Abbildung 2.1 dargestellt.

Symbol:

| | |
|---|---|
| | Anzeige eines niedrigen Akkustands. |

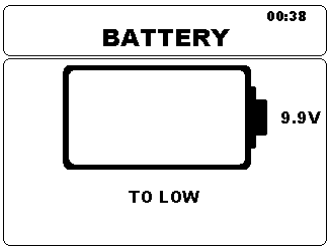



*Abbildung 2.1: Akkuprüfung*

Die Akkus werden immer dann aufgeladen, wenn das Netzteil an das Gerät angeschlossen ist. Die Netzsteckdose ist in Abbildung 2.2 dargestellt. Eingebaute Schaltkreise (CC, CV) steuern den Ladevorgang und gewährleisten eine maximale Lebensdauer der Akkus. Die Betriebsdauer ist für Akkus mit einer Nennladung von 3,4 Ah angegeben.

*Abbildung 2.2: Netzsteckdose (C7)*

Das Gerät erkennt automatisch die angeschlossene Stromversorgung und beginnt mit dem Laden.

Symbol:

| | |
|---|---|
| | Anzeige des Ladevorgangs |

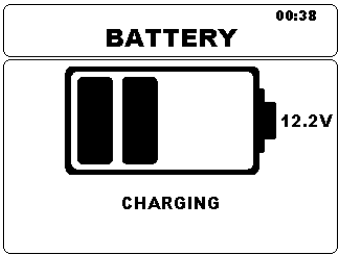



*Abbildung 2.3: Ladeanzeige*

| **Akku und Lademerkmal** | **Typisch** |
|---|---|
| Akkutyp | LC-R123R4PG |
| Lademodus | CC / CV |
| Nennspannung | 12,0 V |
| Nennkapazität | 3,4 Ah |
| Max. Ladespannung | 14,0 V |
| Max. Ladestrom | 1,2 A |
| Max. Entladestrom | 2,5 A |
| Typische Entladezeit | 4 Stunden |

Typisches Ladeprofil, das auch in diesem Gerät verwendet wird, ist in Abbildung 2.4 dargestellt.

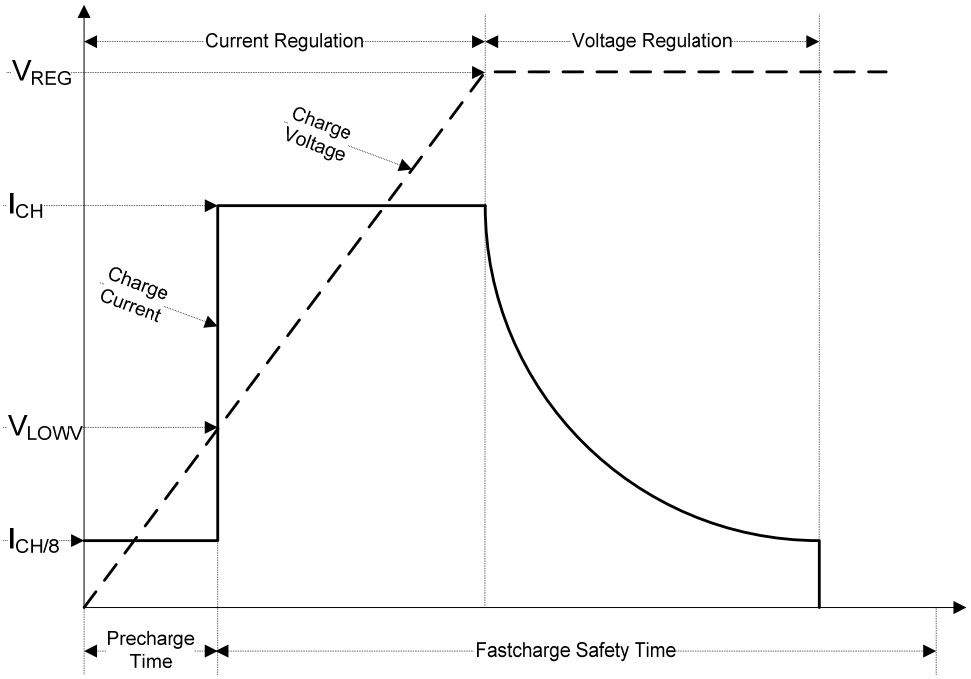



*Abbildung 2.4: Typisches Ladeprofil*

Dabei sind:
$V_{REG}$ ..... Akkuladespannung
$V_{LOWV}$..... Vorladungsgrenzspannung
$I_{CH}$..... Akkuladestrom
$I_{CH/8}$..... 1/8 des Ladestroms

### 2.2.1 Vorladung

Wenn die Akkuspannung beim Einschalten unter der $V_{LOWV}$ Grenze ist, legt das Ladegerät 1/8 des Ladestroms an den Akku an. Die Vorladungsfunktion dient der Auffrischung stark entladener Akkus. Wird die $V_{LOWV}$ Grenze nicht innerhalb von 30 Minuten der beginnenden Vorladung erreicht, schaltet sich das Ladegerät aus und ein FEHLER wird angezeigt.

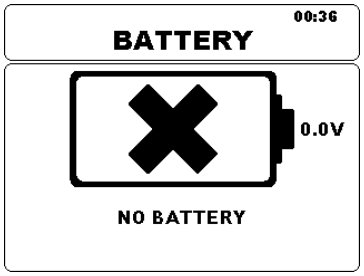



*Abbildung 2.5: Anzeige, dass kein Akku vorhanden ist*

***Hinweis:***

- Als Sicherung bietet das Ladegerät auch einen internen 5-Stunden-Ladetimer für eine schnelle Aufladung.

Die übliche Ladezeit beträgt vier Stunden in einem Temperaturbereich zwischen 5°C bis 60°C.

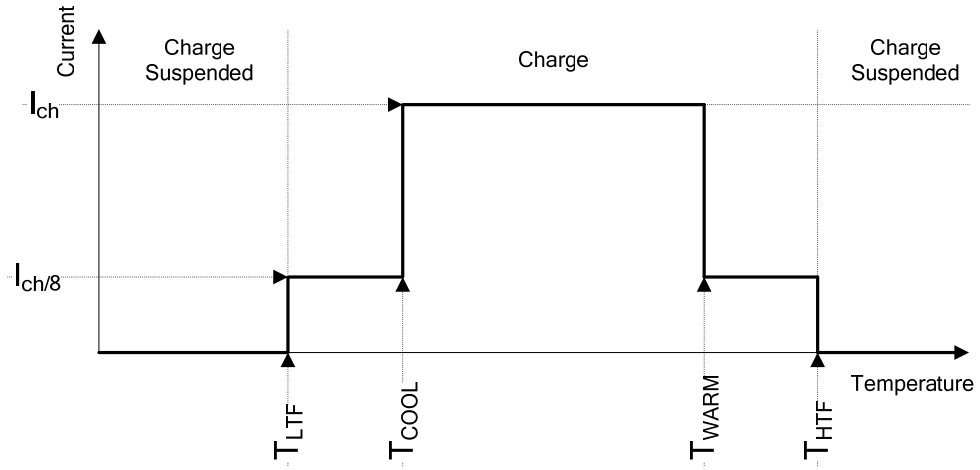



*Abbildung 2.6: Typischer Ladestrom vs. Temperaturprofil*

Dabei sind:
$T_{LTF}$..... Grenzwert für Kalttemperatur (typ. -15°C)
$T_{LTF}$..... Grenzwert für Kühltemperatur (typ. 0°C)
$T_{LTF}$..... Grenzwert für Warmtemperatur (typ. +60°C)
$T_{LTF}$..... Grenzwert für Heißtemperatur (typ. +75°C)

Das Ladegerät überwacht die Akkutemperatur ständig. Um einen Ladezyklus zu initiieren, muss die Akkutemperatur innerhalb der $T_{LTF}$ bis $T_{HTF}$ Grenzwerte liegen. Liegt die Akkutemperatur außerhalb dieses Bereichs, setzt der Regler den Ladevorgang aus und wartet, bis die Akkutemperatur innerhalb des $T_{LTF}$ bis $T_{HTF}$ Bereichs liegt.
Liegt die Akkutemperatur zwischen den $T_{LTF}$ und $T_{COOL}$ Grenzwerten oder zwischen den $T_{WARM}$ und $T_{HTW}$ Grenzwerten, wird die Aufladung automatisch auf $I_{CH/8}$ (1/8 des Ladestroms) reduziert.

## 2.3 Geltende Normen

Das TeraOhm XA 10kV Gerät wird gemäß den folgenden Vorschriften hergestellt und geprüft:

*Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)*

**EN 61326** Elektrische Mess-, Steuer-, Regel und Laborgeräte - EMC Anforderungen Klasse A

*Sicherheit (Niederspannungsrichtlinie)*

**EN 61010 - 1** Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

**EN 61010 - 2 - 030** Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-030: Besondere Anforderungen an Prüf- und Messstromkreise

**EN 61010 - 2 - 033** Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-033: Besondere Anforderungen an handgeführte Multi-Messgeräte und sonstige Messgeräte für den privaten und professionellen Gebrauch, die die Netzspannung messen können

**EN 61010 - 031** Sicherheitsbestimmungen für handgeführtes Messzubehör zum Messen und Prüfen.

*Einige weitere Empfehlungen*

**IEEE 43 – 2000** Empfohlene Praxis zur Prüfung des Isolationswiderstands rotierender Maschinen:

- 1 MΩ + 1 MΩ / 1000 V Rating der Geräte für Isolationssysteme vor 1970;
- 5 MΩ für Motoren mit Träufelwicklung unter 600 Volt;
- 100 MΩ für Motoren mit Formspulenwicklung über 600 Volt und Armaturen;

**IEC 60439-1** Niederspannungsschaltanlage und Schaltgetriebebaugruppe - Teil 1: Typgeprüfte und teilweise typgeprüfte Baugruppen:

- Umfang der Isolierungsprüfung: alternatives Verfahren zur Verifizierung der dielektrischen Eigenschaften durch Isolationswiderstandsmessung;
- Beschreibung: a.d.c. Prüfspannung (500 V) wird auf die Isolierung angelegt und ihr Widerstand wird gemessen. Die Isolierung ist ordnungsgemäß, wenn ihr Widerstand hoch genug ist (1000 Ω / V der Nennspannung des Kreises);

**IEC 61558** Trenntransformatoren und isolierende Sicherheitstransformatoren:

- Prüfspannung: 500 V, Messzeitraum: 1 min;
- Mindestisolationswiderstand für Basisisolierung: 2 MΩ;
- Mindestisolationswiderstand für ergänzende Isolierung: 5 MΩ;
- Mindestisolationswiderstand für verstärkte Isolierung: 7 MΩ;

***Hinweis:***
Immunität gegen abgestrahlte RF-Felder (Feldstärke: 10V/m, Modulation: AM, 80%, 1 kHz)

| **Spannungsbereich** | **Betriebsbedingungen** | **Störung < 5 %** | **Störung > 5 %** |
|---|---|---|---|
| 50 V | 100 MΩ | 300 MHz ÷ 900 MHz | 900 MHz ÷ 1 GHz |
| 1000 V | 200 GΩ | / | 300 MHz ÷ 1 GHz |
| 10000 V | 200 GΩ | 300 MHz ÷ 600 MHz | 600 MHz ÷ 800 MHz |

***Hinweis zu EN- und IEC-Normen:***

- Der Text dieses Handbuchs enthält Verweise auf europäische Normen. Alle Normen der Serie EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den IEC-Normen mit der gleichen Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur durch die ergänzten Teile, welche durch das europäische Harmonisierungsverfahren notwendig sind.

# 3 Gerätebeschreibung

## 3.1 Gerätegehäuse

Das Gerät ist in einer Kunststoffbox untergebracht, die die in den allgemeinen Spezifikationen definierte Schutzklasse erfüllt.

## 3.2 Bedienertafel

Die Bedienertafel wird in der nachstehenden Abbildung 3.1. dargestellt.

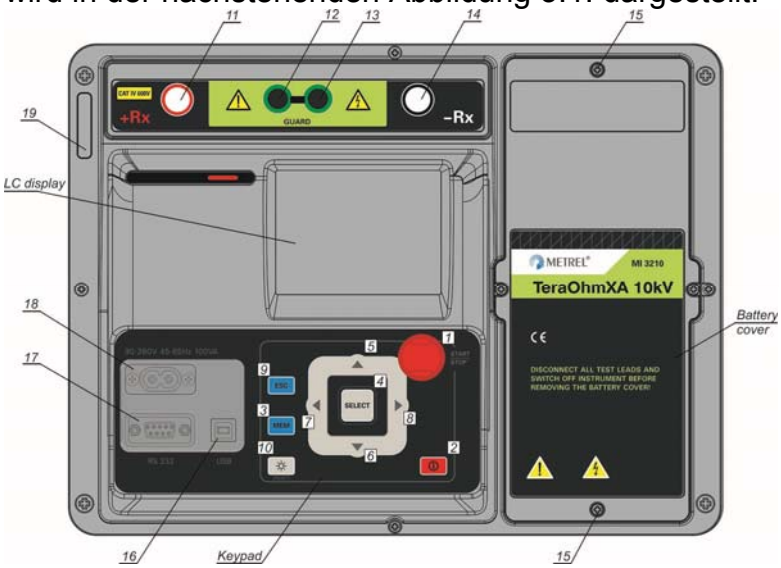



*Abbildung 3.1: Die Bedientafel*

| | | |
|---|---|---|
| *Tastenfeld:* | | |
| 1 | **START / STOPP** | Startet oder stoppt die Messung. |
| 2 | **EIN/AUS** | Schaltet das Gerät ein oder aus.<br>Das Gerät schaltet sich 15 Minuten nach dem letzten Tastendruck automatisch aus. |
| 3 | **MEM** | Speichern/Abrufen/Löschen von Prüfungen im Gerätespeicher. |
| 4 | **SELECT (Auswählen)** | Um für die ausgewählte Funktion in den Setup-Modus zu gelangen oder um den einzustellenden aktiven Parameter auszuwählen. |
| 5,6 | ▲ ▼ | Eine Option wählen - nach oben, nach unten. |
| 7,8 | ◄ ► | Den ausgewählten Parameter senken oder erhöhen. |
| 9 | **ESC** | Den ausgewählten Modus verlassen. |
| 10 | ☼ | Das Hintergrundlicht des Displays EIN- oder AUSschalten.<br>RÜCKSETZEN des Geräts (Taste 5 Sekunden oder länger halten). |
| *Display-Abschnitt:* | | |
| 20 | | Warnleuchte (rot) für Hochspannung. |
| *Klemmen-Abschnitt:* | | |
| 11 | **+ Rx** | Positive Hochspannungs-Ausgangsklemme. |
| 12,13 | **GUARD** | Guard-Eingangsklemmen. |

| | | |
|---|---|---|
| 14 | **- Rx** | Negative Hochspannungs-Eingangsklemme. |
| *Leistungs- und Kommunikationsabschnitt:* | | |
| 19 | **C7** | Eingangsleistungs-Netzsteckdose (C7) |
| 18 | **USB** | USB-Kommunikationsanschluss (USB-Standardanschluss - Typ B) |
| 18 | **RS232** | RS232 Kommunikationsanschluss (Standard RS232 9-polige D Buchse) |

**Warnhinweise!**

- **Die maximal zulässige Spannung zwischen einem beliebigen Prüfanschluss und der Erde beträgt 600 V!**
- **Die maximal zulässige Spannung zwischen den Prüfanschlüssen beträgt 600 V!**
- **Nur Originalprüfzubehör verwenden!**

# 3.3 Zubehör

Das Zubehör besteht aus standardmäßigem und optionalem Zubehör. Optionales Zubehör kann auf Anfrage geliefert werden. Beziehen Sie sich auf die beigefügte Liste für die Standardkonfiguration und Optionen oder kontaktieren Sie Ihren Händler oder gehen Sie auf die METREL Homepage: http://www.metrel.si.

### 3.3.1 Messleitungen

Die Standardlänge einer abgeschirmten Hochspannungsmessleitung mit Spitze beträgt 2 m. Die Standardlänge von abgeschirmten Hochspannungsmessleitungen mit (roten, schwarzen) Bananensteckern ist 3 m; die optionalen Längen betragen 8 m und 15 m. Beziehen Sie sich für weitere Details auf die beigefügte Liste zur Standardkonfiguration und Optionen oder kontaktieren Sie Ihren Händler oder gehen Sie auf die METREL Homepage: http://www.metrel.si.
Alle Messleitungen sind aus abgeschirmten Hochspannungskabel hergestellt, weil abgeschirmtes Kabel eine höhere Genauigkeit und Immunität gegen Messstörungen ermöglicht, die in Industrieumgebungen auftreten können.

**Abgeschirmte Hochspannungsmessleitung mit Hochspannungsspitze**

Anwendungshinweise:
Diese Messleistung ist auf die handgeführte Prüfung der Isolierung ausgelegt.
Isolationswerte:

- Handgeführter Teil 10 kV d.c. (verstärkte Isolierung)
- Hochspannungsbananenstecker (rot) zum Anschluss an das Gerät: 10 kV d.c. (Basisisolierung);
- Bananenschutzstecker (grün): 600 V CAT IV (verstärkte Isolierung);
- Kabel (gelb): 12 kV (abgeschirmt).

*Abbildung 3.2: HV Messleitung mit Hochspannungsspitze*

**Abgeschirmte Hochspannungsmessleitung mit Krokodilklemmen.**

Anwendungshinweise:
Diese Messleistungen sind auf die diagnostische Prüfung der Isolierung ausgelegt. Sie können auch für die handgeführte Prüfung mit Prüfspannungen bis zu 5 kV d.c. verwendet werden.
Isolationswerte:

- Hochspannungsbananenstecker (rot, schwarz): 10 kV d.c. (Basisisolierung), 5 kV d.c. (verstärkte Isolierung);
- Krokodilklemmen (rot, schwarz): 10 kV d.c. (Basisisolierung), 5 kV d.c. (verstärkte Isolierung);
- Bananenschutzstecker (grün): 600 V CAT IV (verstärkte Isolierung);
- Kabel (gelb): 12 kV (abgeschirmt).

*Abbildung 3.3: HV-Messleitungen mit Krokodilklemmen*

**Schutzmessleitung mit Krokodilklemmen**

Isolationswerte:

- Schutzmessleitung mit Bananensteckern (grün): 600 V CAT IV (verstärkte Isolierung);
- Krokodilklemme (grün): 600 V CAT IV (verstärkte Isolierung)

*Abbildung 3.4: Schutzleitung mit Krokodilklemme*

**Prüfspitzen**

Anwendungshinweise:

- Prüfspitzen, die auf abgeschirmte Hochspannungsmessleitungen angewendet werden, sind auf die CAT IV, 600 V, TRMS Spannungsmessungen ausgelegt.

*Abbildung 3.5: Prüfspitzen*

# 3.4 Display-Organisation

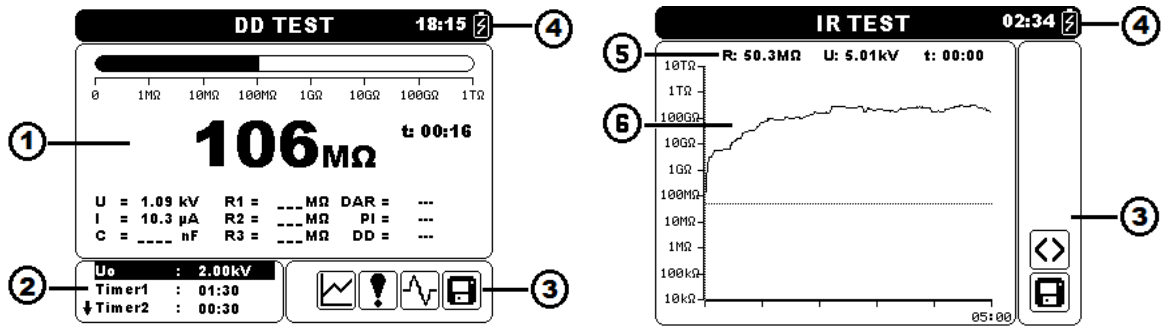



*Abbildung 3.6: Typisches Funktionsdisplay und Kurvenbildschirm*

| | |
|---|---|
| 1 | Messergebnisfenster |
| 2 | Messkontrollfenster |
| 3 | Nachrichtenfenster |
| 4 | Akku-, Zeit- und Kommunikationsanzeige |
| 5 | Messergebniszeile |
| 6 | Grafische Darstellung der gemessenen Daten |

### 3.4.1 Messergebnisfenster

Das Messfenster zeigt alle relevanten Daten während der Messung an.

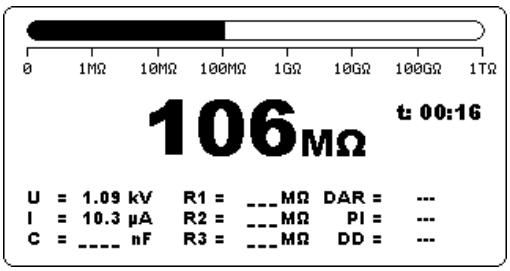



*Abbildung 3.7: Messfenster*

**Gemessener Isolationswiderstand** Wird in der Bildschirmmitte mit der größten Schrift angezeigt. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird.

**Balkendiagramm** Stellt den gemessenen Isolationswiderstand graphisch in Bezug auf den Messbereich dar. Es zeigt außerdem den Grenzwert an, falls dieser aktiviert ist.

**U** Zeigt die Ausgangsspannung an. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird.

| | |
|---|---|
| **I** | Zeigt die Eingangsspannung an. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird. |
| **C** | Zeigt die an den Ausgangsklemmen gemessene Kapazität an. Der Wert der Kapazität wird während der finalen Entladung des Prüfobjekts gemessen. |
| **R1, R2, R3** | Zeigt die am Timer1, Timer2, Timer3 gemessenen Widerstände. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Diagnoseprüfung). |
| **R1, R2, R3,R4, R5** | Zeigt die in Schritt eins bis fünf gemessenen Widerstände an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Stufenspannungsprüfung). |
| **U1, U2, U3, U4, U5** | Zeigt die in Schritt eins bis fünf gemessenen Spannungen an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Stufenspannungsprüfung). |
| **DAR** | Zeigt das Dielectric Absorption Ratio [Dielektrische Absorptionskennzahl] an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Diagnoseprüfung). |
| **PI** | Zeigt den Polarisierungsindex an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Diagnoseprüfung). |
| **DD** | Zeigt das Dielectric Discharge [Dielektrische Entladung] Ergebnis an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Diagnoseprüfung). |
| **f** | Zeigt die Frequenz der gemessenen Spannung an (erscheint nur im True RMS Voltmeter). |
| **t** | Zeigt die Prüfzeit an (mm:ss). |

### 3.4.2 Messkontrollfenster

Das Kontrollfenster ermöglicht dem Nutzer, die Kontrollmessparameter zu modifizieren.

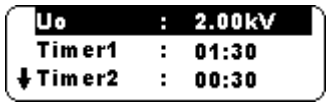



*Abbildung 3.8: Kontrollfenster*

**Un** Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Prüfspannung festzulegen.

**Timer1** Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Messdauer bei der Isolationswiderstandsprüfung festzulegen.
Verzögerung für den Start der DAR-Messung in der Diagnoseprüfung.
(mm:ss) – Schritt 1 s (max Zeit 99 min).

**Timer2** Verzögerung für den Start der PI-Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).

**Timer3** Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Messdauer (mm:ss) festzulegen – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).

**DD** Ermöglicht dem Nutzer, die dielektrische Entlademessung zu aktivieren oder zu deaktivieren.

**Itrgg** Ermöglicht dem Nutzer, das gewünschte Auslöseniveau festzulegen – Schritt 100 µA (max. Strom 5 mA).

**Tstart** Ermöglicht dem Nutzer, die Startprüfspannungszeit (mm:ss) festzulegen – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).

**Tend** Ermöglicht dem Nutzer, die konstante Endprüfspannungszeit (mm:ss) festzulegen – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).

**Ustart** Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Startprüfspannung festzulegen.

**Uend** Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Endprüfspannung festzulegen.

**Tramp** Ermöglicht dem Nutzer, die Dauer der Prüframpe (mm:ss) festzulegen – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).

**Hl Lim** Ermöglicht dem Nutzer die Obergrenze festzulegen (Wert wird am Ende der Messung evaluiert).

**AVG** Ermöglicht dem Nutzer, die zusätzliche Mittelung des Ergebnisses festzulegen (AUS, 5, 10, 30, 60).

### 3.4.3 Nachrichten fenster

In dem Meldungsfeld werden Warnhinweise und Meldungen angezeigt.

*Abbildung 3.9: Nachrichtenfenster*

An den Messklemmen ist Hochspannung vorhanden (> 50 V rms).

Das Prüfergebnis kann gespeichert werden.

An den Messklemmen sind AC-Geräusche vorhanden (+ Rx, - Rx).

Ein Störfall oder ein Überspannungsereignis ist aufgetreten.

Gerät ist überhitzt. Der Messvorgang wird deaktiviert.

Die graphische Darstellung ist aktiviert.

Die Protokollierung der graphischen Darstellung ist aktiviert (interner Flash-Speicher).

Der interne Flash-Speicher ist voll (Protokollierung der graphischen Darstellung ist deaktiviert).

Messergebnis liegt innerhalb der definierten Grenzwerte.

Messergebnis liegt außerhalb der definierten Grenzwerte.

### 3.4.4 Akku-, Zeit- und Kommunikationsanzeige

Diese Symbole zeigen den Ladezustand eines Akkus an, den Anschluss des Ladegeräts sowie den Kommunikationsstatus. Eine Zeitanzeige ist ebenfalls vorhanden.

Batteriekapazitätsanzeige.

Geringer Ladestand.
*Den Akku wieder aufladen.*

Wiederaufladung läuft (wenn das Anschlusskabel angeschlossen ist).

Zeitanzeige (hh:mm).

USB-Kommunikation ist aktiviert.

Bluetooth-Kommunikation ist aktiviert.

***Hinweis:***

- Jedes gespeicherte Ergebnis wird um Datum und Uhrzeit ergänzt.

### 3.4.5 Messergebniszeile

**R** Zeigt den Isolationswiderstand an. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird der Isolationswiderstand an der Cursor-Position angezeigt.

**U** Zeigt die Ausgangsspannung an. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird die Ausgangsspannung an der Cursor-Position angezeigt.

**t** Zeigt die Prüfzeit an (mm:ss). Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird die Zeit an der Cursor-Position angezeigt.

***Hinweis:***

- Die Mittelung in der Messergebniszeile wird während der Messung in allen Funktionen ungeachtet der Einstellungen deaktiviert.

### 3.4.6 Grafische Darstellung der gemessenen Daten

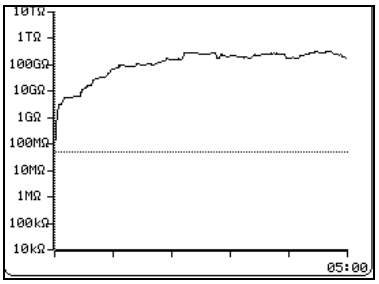



*Abbildung 3.10: Diagrammbildschirm*

Gemessene oder gemittelte Isolationswiderstandswerte in Bezug auf die Messzeit werden in diesem zweidimensionalen R/t-Diagramm dargestellt. Während der Messung kann auch eine graphische Online-Darstellung beobachtet werden. Wenn die Messung abgeschlossen ist, heftet der Cursor zur Detailanalyse an der graphischen Darstellung.

### 3.4.7 Hintergrundlicht betrieb

Nach dem EINschalten des Geräts wird das LCD-Hintergrundlicht automatisch EINgeschaltet. Es kann durch einfaches Anklicken der ☼ **(LIGHT)** Taste AUS und EIN geschaltet werden.

***Hinweis:***

- Beim Drücken und Halten der Licht (☼) Taste für ungefähr 5 s, wird das Gerät ZURÜCKGESETZT!

# 4 Hauptmenü

## 4.1 Hauptmenü des Geräts

Vom Hauptmenü des Gerätes aus stehen fünf Optionen zur Verfügung: Messungen, benutzerdefinierte Prüfungen, Speichermenü, Einstellungsmenü und Hilfe-Menü.

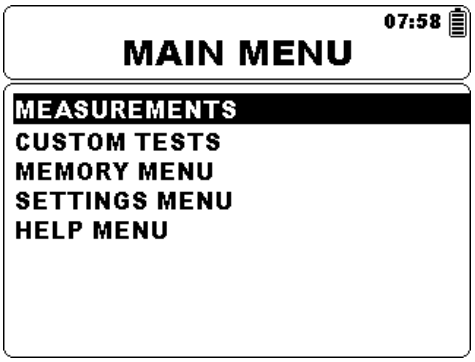



*Abbildung 4.1: Hauptmenü des Geräts*

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählen Sie einen der folgenden Menüpunkte aus:<br><**Messungen**> *Siehe Kapitel 4.5;*<br><**Benutzerdefinierte Prüfungen**> *Siehe Kapitel 4.2;*<br><**Speichermenü**> Speichermanagement, *siehe Kapitel 4.3*;<br><**Einstellungsmenü**> Einrichten des Geräts, siehe *Kapitel 4.4*;<br><**Hilfemenü**> Hilfebildschirme, s*iehe Kapitel 4.6*; |
| **SELECT (Auswählen)** | Bestätigt die Auswahl. |

# 4.2 Benutzerdefinierte Prüfungen

Dieses Menü enthält eine Liste von speziell vorbereiteten Prüfungen. Die häufig verwendeten Prüfungen werden standardmäßig oder durch den Nutzer der Liste hinzugefügt. Bis zu 30 benutzerdefinierte Prüfungen können im Vorfeld programmiert werden.

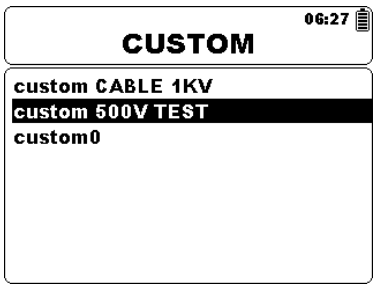



*Abbildung 4.2: Benutzerdefiniertes Prüfungsmenü*

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählen Sie einen der folgenden Menüpunkte aus: |
| **SELECT (Auswählen)** | Bestätigt die Auswahl. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Hauptmenü*** zurück. |

### 4.2.1 Erstellen einer benutzerdefinierten Prüfung

Der Nutzer hat die Möglichkeit, alle benutzerdefinierten Parametereinstellungen zu speichern.
Geben Sie einfach die gewünschte Messung ein, bearbeiten Sie die Prüfparameter und drücken Sie die **MEM** Taste.
Der Texteingabebildschirm erscheint, wenn es kein zu speicherndes Ergebnis mehr gibt.

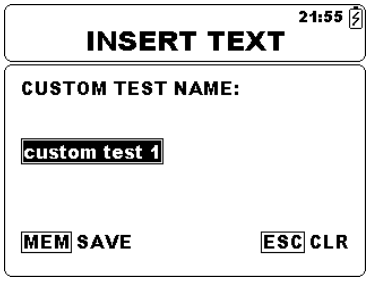



*Abbildung 4.3: Texteingabebildschirm*

*Tasten im Texteingabebildschirm:*

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählt einen Buchstaben aus. |
| **SELECT (Auswählen)** | Wählt den nächsten Buchstaben aus. |
| **MEM** | Name bestätigen und zur ausgewählten Messung zurückkehren. |
| **ESC** | Löscht den letzten Buchstaben.<br>Kehrt ohne Änderungen zur ausgewählten Messung zurück. |

# 4.3 Speichermenü

Das Messergebnis kann mit allen relevanten Parametern im Speicher des Geräts gespeichert werden. Der Speicher des Geräts ist in 3 Ebenen unterteilt: OBJECT, DUT und LINE. Die OBJECT, DUT und LINE Ebene kann bis zu 199 Orte enthalten.

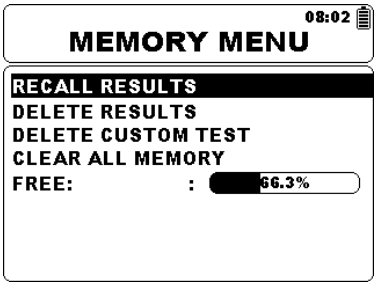



*Abbildung 4.4: Speichermenü*

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ⮝ ⮟ | Wählen Sie einen der folgenden Punkte aus. |
| **SELECT (Auswählen)** | Bestätigt die Auswahl. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Hauptmenü*** zurück. |

### 4.3.1 Ergebnisse speichern

Nach Abschluss einer Prüfung stehen die Ergebnisse und Parameter zum Speichern bereit. Durch Drücken der Taste **MEM** gelangt der Benutzer in das Speichermenü.

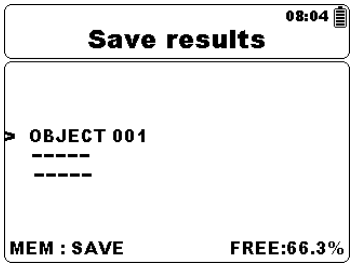



*Abbildung 4.5: Speichermenü*

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ⮜ ⮞ | Wählt OBJECT, DUT sowie die LINE-Nummer aus. |
| ⮝ ⮟ | An einen anderen Ort springen. |
| **MEM** | Speichert das Messergebnis an einem ausgewählten Ort und kehrt zum ***Messergebnisbildschirm*** zurück. |
| **ESC** | Kehrt ohne Speichern zum ***Messergebnisbildschirm*** zurück. |

Das Gerät piept um anzuzeigen, dass das Ergebnis erfolgreich im Speicher gespeichert wurde.

***Hinweis:***

- Jedes gespeicherte Prüfergebnis enthält außerdem Datum und Zeitstempel (tt:mm:jjjj, hh:mm).

### 4.3.2 Abrufen von Ergebnissen

Um in das Menü Ergebnisse abfragen zu gelangen muss im Speichermenü die Taste **SELECT** gedrückt werden.

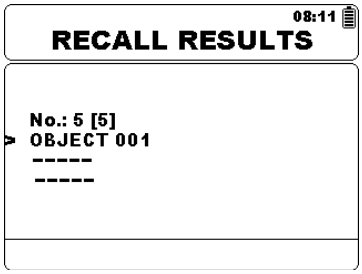



*Abbildung 4.6: Ergebnismenü abrufen*

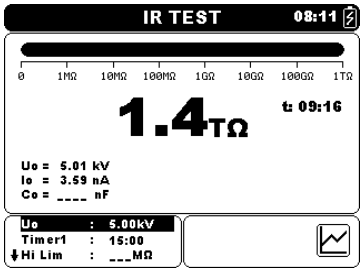



*Abbildung 4.7: Abgerufener Ergebnisbildschirm*

*Tasten im Abruf-Menü:*

| | |
|---|---|
| ⮝ ⮟ | Wählt einen der folgenden Punkte OBJECT /DUT / LINE aus. |
| ⮜ ⮞ | Den Parameter senken oder erhöhen. |
| **SELECT (Auswählen)** | Ruft Ergebnis am ausgewählten Ort ab. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Speichermenü*** zurück. |

*Tasten im Ergebnisabrufbildschirm:*

| | |
|---|---|
| ⮜ ⮞ | Schaltet zwischen den gespeicherten Ergebnissen unter ausgewähltes OBJECT /DUT / LINE hin und her. |
| **SELECT (Auswählen)** | Ermöglicht Zugang zum Bildschirm Ergebnisdiagramm abrufen, sofern vorhanden. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Menü Ergebnisse abrufen*** zurück. |

*Tasten im Bildschirm Ergebnisdiagramm abrufen:*

| | |
|---|---|
| ⮜ ⮞ | Den Cursor die protokollierten Daten entlang scrollen. |
| **SELECT (Auswählen)** | Kehrt zu *Ergebnisbildschirm abrufen* zurück. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Menü Ergebnisse abrufen*** zurück. |

### 4.3.3 Ergebnisse löschen

Um in das Menü Ergebnisse löschen zu gelangen muss im Speichermenü die Taste **SELECT** gedrückt werden. Einzelne Messungen oder alle Messungen unter dem ausgewählten OBJECT, DUT und LINE können gelöscht werden.

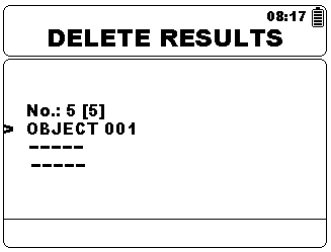



*Abbildung 4.8: Alle Messungen unter dem ausgewählten Objekt löschen*

*Tasten im Menü Ergebnisse löschen:*

| | |
|---|---|
| ⮝ ⮟ | Wählt einen der folgenden Punkte OBJECT /DUT / LINE aus. |
| ⮜ ⮞ | Den Parameter senken oder erhöhen. |
| **SELECT (Auswählen)** | Ermöglicht Zugang zum Bildschirm Bestätigung löschen. |
| **MEM** | Aktiviert das Messungsfeld zum Löschen einzelner Messungen. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Speichermenü*** zurück. |

*Tasten im Messungsfeld zum Löschen einzelner Messungen:*

| | |
|---|---|
| ⮜ ⮞ | Die zu löschende Messung auswählen. |
| **SELECT (Auswählen)** | Ermöglicht Zugang zum Bildschirm Bestätigung löschen. |
| **ESC / MEM** | Kehrt zum Strukturfeld zurück. |

*Tasten im Bildschirm Bestätigung löschen:*

| | |
|---|---|
| **SELECT (Auswählen)** | Löscht Ergebnis(se) an ausgewähltem Ort. |
| **ESC** | Kehrt ohne Änderungen zum ***Menü Löschen von Ergebnissen*** zurück. |

### 4.3.4 Benutzerdefinierte Prüfung löschen

Eine einzelne benutzerdefinierte Prüfung kann einfach durch Auswahl der Prüfung aus der Liste aller Prüfungen und Drücken der MEM-Taste gelöscht werden.

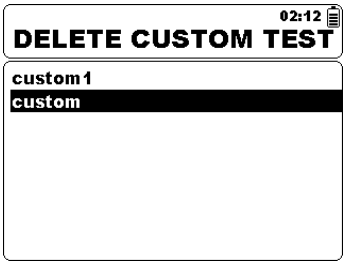



*Abbildung 4.9: Benutzerdefinierte Prüfung löschen*

*Tasten im Menü Benutzerdefinierte Prüfung löschen:*

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählt eine der folgenden Prüfungen aus. |
| **SELECT (Auswählen)** | Ausgewählte Prüfung löschen. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Speichermenü*** zurück. |

### 4.3.5 Löschen des gesamten Speicherinhalts

Bei der Auswahl der Funktion **Alle Speicher löschen** im Speichermenü wird der gesamte Speicherinhalt gelöscht.

*Tasten im Bildschirm Alle Speicherbestätigungen Löschen:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Wechselt zwischen JA oder NEIN. |
| **SELECT (Auswählen)** | Löscht den gesamten Speicherinhalt (falls JA ausgewählt wurde). |
| **ESC** | Kehrt ohne Änderungen zum ***Hauptmenü*** zurück. |

## 4.4 Einstellungsmenü

Im Einstellungsmenü können verschiedene Parameter und Einstellungen des Geräts angezeigt oder eingestellt werden.

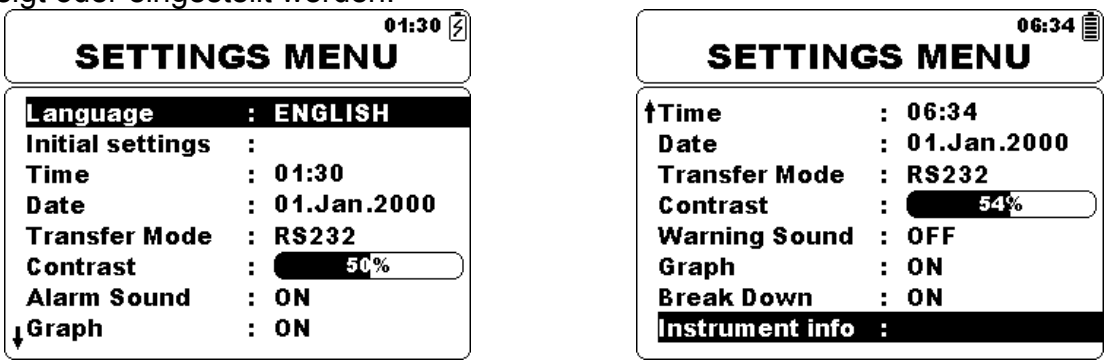



*Abbildung 4.10: Einstellungsmenü*

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Die zu justierende oder anzuzeigende Einstellung auswählen:<br><**Sprache**> Gerätesprache;<br><**Starteinstellungen**> Werkseinstellungen;<br><**Zeit**> Zeiteinstellungen;<br><**Datum**> Datumseinstellungen;<br><**Übertragungsmodus**> Auswahl des Kommunikationsmodus;<br><**Kontrast**> LCD-Kontrasteinstellungen;<br><**Warnsignal**> aktiviert oder deaktiviert das Warnsignal für Hochspannung;<br><**Diagramm**> schaltet das Diagramm ein oder aus;<br><**Ausfall**> aktiviert oder deaktiviert die Ausfallerkennung;<br><**Geräteinformation**> Grundlegende Geräteinformation. |
| **SELECT (Auswählen)** | Bestätigt die Auswahl. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Hauptmenü*** zurück. |

### 4.4.1 Sprachauswahl

Die Gerätesprache kann festgelegt werden.

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Schaltet zwischen verschiedenen Sprachen hin und her (Änderungen werden automatisch gespeichert). |

***Hinweis:***

- Es ist keine Bestätigung erforderlich, um die gewünschte Sprache festzulegen.

### 4.4.2 Auswahl der Grundeinstellungen

In diesem Menü können die folgenden Geräteparameter auf ihre Anfangswerte festgelegt werden:

- Alle Messparameter;
- Sprache;
- Übertragungsmodus;
- Kontrasteinstellungen;
- Benutzerdefinierte Messungen

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Wechselt zwischen JA oder NEIN. |
| **SELECT (Auswählen)** | Bestätigt die Auswahl und den **Neustart** des Geräts (falls JA ausgewählt wurde). |
| **ESC** | Kehrt ohne Änderungen zum ***Hauptmenü*** zurück. |

***Hinweis:***

- Die Anwendung der Starteinstellungen führt zum Neustart des Geräts.

### 4.4.3 Uhrzeit auswahl

In dieser Auswahl kann die Uhrzeit des Geräts festgelegt werden.

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Die Parameter senken oder erhöhen (Änderungen werden automatisch gespeichert). |
| **SELECT (Auswählen)** | Den zu ändernden Parameter auswählen. |

Jedes gespeicherte Ergebnis wird um die Uhrzeit ergänzt.

### 4.4.4 Auswahl des Datums

In dieser Auswahl kann das Datum des Geräts festgelegt werden.

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Die Parameter senken oder erhöhen (Änderungen werden automatisch gespeichert). |
| **SELECT (Auswählen)** | Den zu ändernden Parameter auswählen. |

Jedes gespeicherte Ergebnis wird um das Datum ergänzt.

***Hinweis:***

- Wenn der Akku entfernt wird, geht die Uhrzeit und das Datum des Geräts verloren.

### 4.4.5 Übertragungsmodus

Der Kommunikationsmodus des Geräts kann festgelegt werden.

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Schaltet zwischen RS232, USB und Bluetooth hin und her. |

***Hinweis:***

- Es ist keine Bestätigung erforderlich, um den gewünschten Übertragungsmodus festzulegen.

### 4.4.6 Kontrastauswahl

In dieser Auswahl kann der Kontrast des Displays festgelegt werden.

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Legt den Kontrastwert fest (Änderungen werden automatisch gespeichert). |

***Hinweis:***

- Bei Nutzung des Geräts in einer kalten Umgebung muss das Kontrastniveau erhöht werden.

### 4.4.7 Warnsignal

In dieser Auswahl kann das Warnsignal eingestellt werden. Sofern aktiviert, ertönt das Warnsignal, wenn Hochspannung (>=50V rms) an den Eingangsklemmen +Rx bis -Rx vorhanden ist.

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Schaltet zwischen JA oder NEIN hin und her (Änderungen werden automatisch gespeichert). |

### 4.4.8 Diagrammauswahl

In dieser Auswahl kann die Protokollierung des Diagramms R(t) festgelegt werden.

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Schaltet zwischen JA oder NEIN hin und her (Änderungen werden automatisch gespeichert). |

***Hinweis:***

- Wenn Symbol angezeigt wird, ist der interne Flash-Speicher voll und die Protokollierung der graphischen Darstellung wird deaktiviert.

### 4.4.9 Durchschlagsauswahl

In dieser Auswahl kann der Durchschlag eingestellt werden. Wenn ausgelöst, stoppt der Durchschlagskreis das Messverfahren automatisch.

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ➤ ➤ | Schaltet zwischen JA oder NEIN hin und her (Änderungen werden automatisch gespeichert). |

***Hinweise:***

- Der Durchschlag ist bei der Stoßspannungsprüfung und im Ladestatus des Hochspannungsgenerators nicht aktiv.
- Der Durchschlag ist aktiv, wenn die Ausgangsspannungen auf höher oder gleich 1kV eingestellt wurden!

### 4.4.10 Angaben zum Gerät

In diesem Menü werden die folgenden Gerätedaten angezeigt:

- Firmware-Version;
- Seriennummer;
- Kalibrierungsdatum;
- Akkutyp.

## 4.5 Hilfe Menü

Das Hilfe-Menü enthält Schaltschemen für die Darstellung, wie das Gerät richtig an die verschiedenen Prüfobjekte angeschlossen wird.

Tasten im Hilfe-Menü:

| | |
|---|---|
| ➤ ➤ | Wählt den nächsten/vorherigen Hilfe-Bildschirm aus. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Einstellungsmenü*** zurück. |

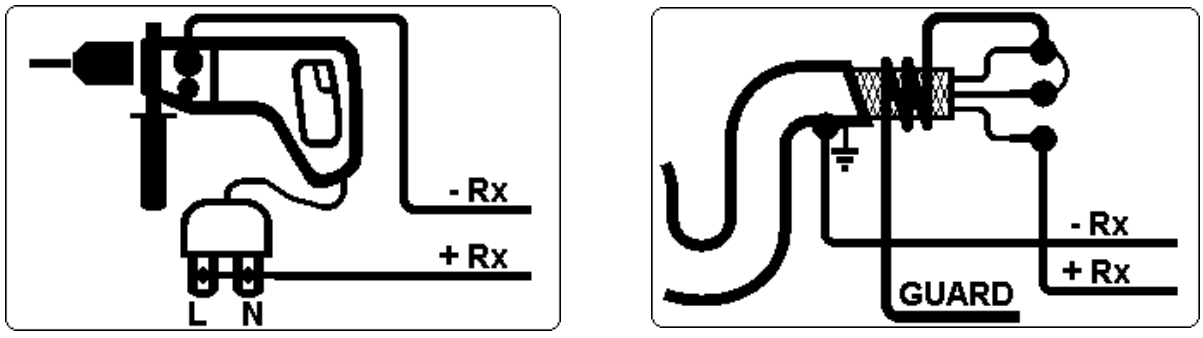



*Abbildung 4.11: Beispiele von Hilfe-Bildschirmen*

# 5 Messungen

## 5.1 Allgemeine Informationen zu Hochspannungsprüfungen

### 5.1.1 Der Zweck von Isolationsprüfungen

Isolationsmaterialien sind wichtige Bestandteile bei fast jedem elektrischen Produkt. Die Eigenschaften des Materials hängen nicht nur von seinen geklammerten Merkmalen ab, sondern auch von der Temperatur, Verschmutzung, Feuchtigkeit, Alterung, elektrischer und mechanischer Belastung usw. ab. Sicherheit und Betriebszuverlässigkeit erfordern die regelmäßige Wartung und Prüfung des Isolationsmaterials, um sicherzustellen, dass es in einem guten Betriebszustand gehalten wird. Hochspannungsprüfungen werden verwendet, um Isolationsmaterialien zu prüfen.

### 5.1.2 DC vs. AC Prüfspannung

Die Prüfung mit einer DC-Spannung wird im Allgemeinen als ebenso sinnvoll akzeptiert wie die Prüfung mit AC- und/oder gepulsten Spannungen. DC-Spannungen können für Durchschlagsprüfungen verwendet werden, insbesondere dort, wo hohe kapazitive Leckagenströme mit Messungen interferieren, bei denen AC- oder gepulste Spannungen verwendet werden. DC wird hauptsächlich für Prüfungen verwendet, bei denen der Isolationswiderstand gemessen wird. Bei dieser Prüfungsart wird die Spannung durch die entsprechende Produktanwendungsgruppe definiert. Diese Spannung ist niedriger als die in der Stoßspannungsprüfung verwendete Spannung, somit können die Prüfungen häufiger angewendet werden, ohne das Prüfmaterial zu belasten.

### 5.1.3 Typische Isolationsprüfungen

Im Allgemeinen bestehen Isolationswiderstandsprüfungen aus den folgenden möglichen Verfahren:

- Einfache Isolationswiderstandsmessung, auch Stichprobe genannt;
- Messung der Beziehung zwischen Spannung und Isolationswiderstand;
- Messung der Beziehung zwischen Zeit und Isolationswiderstand
- Prüfung der Restladung nach der dielektrischen Entladung.

Die Ergebnisse dieser Prüfung können anzeigen, ob ein Austausch des Isolationssystems erforderlich ist.

Typische Beispiele, bei denen die Prüfung des Isolationswiderstands und dessen Diagnose empfohlen wird, sind Transformator- und Motorisolationssysteme, Kabel und sonstige Elektrogeräte.

### 5.1.4 Elektrische Darstellung von Isolationsmaterial

Die Abbildung 5.1 zeigt den äquivalenten Stromkreis eines Isolationsmaterials an.

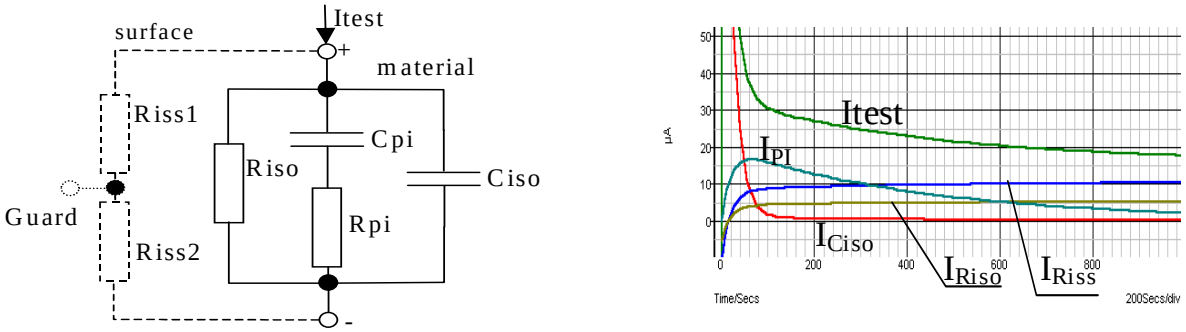



*Abbildung 5.1: Isolationsmaterial*

Dabei sind:

$R_{iss1}$ und $R_{iss2}$ ..... Oberflächenwiderstand (Position des optionalen Schutzanschlusses)

$R_{iso}$ ..... Tatsächlicher Isolationswiderstand des Materials

$C_{iso}$ ..... Kapazität des Materials

$C_{pi}$, $R_{pi}$ ..... Stellt Polarisationseffekte dar

$I_{test}$ ..... Gesamtprüfstrom ($I_{test}$= $I_{PI}$+ $I_{RISO}$+ $I_{RISS}$)

$I_{PI}$..... Polarisationsabsorptionsstrom

$I_{RISO}$ ..... Tatsächlicher Isolationsstrom

$I_{RISS}$ ..... Oberflächenleckagenstrom

# 5.2 Einige Anwendungsbeispiele

### 5.2.1 Grundlegende Isolationswiderstandsprüfung

Nahezu jede Norm die Sicherheit von elektrischen Geräten und Anlagen betreffend erfordert die Durchführung einer Isolationsbasisprüfung. Bei der Prüfung niedrigerer Werte (im Bereich MΩ), dominiert üblicherweise der Isolationswiderstand (Riso). Die Ergebnisse sind angemessen und stabilisieren sich schnell.
Es ist wichtig, an folgendes zu denken:

- Die Spannung, Zeit und Grenze werden normalerweise in der entsprechenden Norm oder Bestimmung angegeben.
- Die Messzeit sollte auf 60 s eingestellt werden oder auf die minimale für die Isolationskapazität erforderliche Zeit, um den Ciso aufzuladen.
- Manchmal ist es erforderlich, die Umgebungstemperatur zu berücksichtigen und das Ergebnis auf eine Standardtemperatur von 40 °C anzupassen.
- Wenn die Oberflächenleckagenströme mit den Messungen interferieren (siehe Riss oben), dann ist der Schutzanschluss zu verwenden. Dies wird entscheidend, wenn die gemessenen Werte im GΩ Bereich liegen.

### 5.2.2 Spannungabhängigkeitsprüfung - Stufenspannungsprüfung

Diese Prüfung zeigt, ob die Isolierung unter der Prüfung elektrisch oder mechanisch beansprucht wurde. In diesem Fall wird die Anzahl und Größe von Isolationsanomalien (z.B. Risse, lokale Ausfälle, leitfähige Teile usw.) erhöht und die Gesamtdurchschlagsspannung wird reduziert. Übermäßige Feuchtigkeit und Verschmutzung spielen eine wichtige Rolle, insbesondere im Falle von mechanischer Beanspruchung.

- Die Prüfspannungsstufen sind normalerweise ähnlich den in der DC-Stoßprüfung erforderlichen Stufen.
- Manchmal wird empfohlen, dass die maximale Spannung für diese Prüfung nicht mehr als 60 % der Stoßspannung betragen darf.

Wenn die Ergebnisse nachfolgender Prüfungen eine Reduktion im geprüften Isolationswiderstand aufweisen, dann muss die Isolierung ersetzt werden.

### 5.2.3 Zeitabhängigkeitsprüfung - Diagnoseprüfung

#### 5.2.3.1 Polarisationsindex - PI

Der Zweck dieser Diagnoseprüfung ist die Evaluierung der Auswirkungen des Polarisationsteils der Isolierung (Rpi, Cpi). Nach dem Anlegen einer hohen Spannung an den Isolator, richten sich die im Isolator verteilten elektrischen Dipole selbst mit dem angelegten elektrischen Feld aus. Dieses Phänomen wird Polarisation genannt. Da die Moleküle polarisieren, senkt der Polarisationsstrom (Absorption) den Gesamtisolationswiderstand des Materials.
Der Absorptionsstrom (IPI) bricht normalerweise nach ein paar Minuten zusammen. Wenn sich der Gesamtwiderstand des Materials nicht erhöht, heißt dies, dass sonstige Ströme (z.B. Oberflächenleckagen) den Gesamtisolationswiderstand dominieren.

- PI wird als das Verhältnis der gemessenen Widerstände in zwei Zeitfenstern definiert. Das üblichste Verhältnis liegt bei einem Wert von 10 min zu einem Wert von 1 min, aber dies ist keine Regel.
- Die Prüfung wird normalerweise mit der gleichen Spannung durchgeführt wie die Isolationswiderstandsprüfung.
- Wenn der einminütige Isolationswiderstand höher als 5000 MΩ ist, dann kann diese Messung nicht gültig sein (neue moderne Isolationsarten).
- Das in Transformatoren oder Motoren verwendete Ölpapier ist ein typisches Isolationsmaterial, das diese Prüfung erfordert.

Im Allgemeinen weisen Isolatoren, die in einem guten Zustand sind, einen "hohen" Polarisationsindex auf, während beschädigte Isolatoren dies nicht tun. Beachten Sie, dass diese Regel nicht immer gilt. Beziehen Sie sich für weitere Informationen auf das Metrel-Handbuch **Isolationsprüfungstechniken**.

Allgemein anwendbare Werte:

| **PI-Wert** | **Geprüfter Materialstatus** |
|---|---|
| 1 – 1,5 | Nicht akzeptabel (ältere Typen) |
| 2 – 4 (normalerweise 3) | Als gute Isolierung erachtet (ältere Typen) |
| >4 (sehr hoher Isolationswiderstand) | Moderner Typ (guter) Isolationssysteme |

Beispiel für die niedrigsten annehmbaren Werte zur Motorenisolation (IEEE 43):
Klasse A =1,5, Klasse B = 2,0, Klasse F =2,0, Klasse H =2,0.

#### 5.2.3.2 Dielektrische Entladung - DD

Ein zusätzlicher Effekt der Polarisation ist die wiederhergestellte Ladung (von Cpi) nach der üblichen Entladung nach einer abgeschlossenen Prüfung. Dies kann auch eine zusätzliche Messung zur Evaluierung der Qualität des Isolationsmaterials sein. Dieser Effekt tritt im Allgemeinen in Isolationssystemen mit einem hohen Kapazität-Ciso auf.
Der Polarisationseffekt (beschrieben im "Polarisationsindex") verursacht eine zu formende Kapazität (Cpi). Idealerweise würde diese Ladung sofort abgeleitet, wenn eine Spannung vom Material entfernt wird. In der Praxis ist dies nicht der Fall.
In Zusammenhang mit dem Polarisationsindex (PI) ist die dielektrische Entladung (DD) eine weitere Möglichkeit, um die Qualität und Eignung eines Isolationsmaterials zu prüfen. Ein Material, das sich schnell entlädt, weist einen niedrigen Wert auf, während ein Material, das zum Entladen lange braucht einen höheren Wert aufweist (beschrieben in der nachstehenden Tabelle, für weitere Informationen siehe Abschnitt 5.6).

| **DD-Wert** | **Geprüfter Materialstatus** |
|---|---|
| > 4 | Schlecht |
| 2 – 4 | Kritisch |
| < 2 | Gut |

### 5.2.4 Stoßspannungsprüfung

Einige Normen erlauben die Nutzung einer DC-Spannung als Alternative zur Stoßspannungsprüfung. Für diesen Zweck muss die Prüfspannung unter der Prüfung für eine spezielle Zeit in der Isolierung vorhanden sein. Das Isolationsmaterial besteht nur, wenn es keinen Störfall oder Überschlag gibt. Normen empfehlen, die Prüfung mit einer geringen Spannung zu beginnen und die finale Prüfspannung mit einem Anstieg zu erreichen, der den Ladestrom unter der Grenze der Stromschwelle hält. Die Prüfdauer dauert normalerweise 1 min.
Die Stoßspannungsprüfung oder die dielektrische Prüfung wird normalerweise angewendet für:

- Typenprüfungen (Akzeptanz), wenn ein neues Produkt für die Fertigung vorbereitet wird,
- Routineprüfungen (Produktion) zur Verifikation der Sicherheit bei jedem Produkt,
- Wartungs- und Kundendienstprüfungen für alle Geräte, bei denen das Isolationssystem einer Verschlechterung ausgesetzt werden kann.

Einige Beispiele für DC-Stoßspannungsprüfungswerte:

| **Standard (nur Musterwerte)** | **Spannung** |
|---|---|
| EN/IEC 61010-1 CAT II 300 V (Stromnetze) Basisisolierung | 2100 V |
| EN/IEC 61010-1 CAT II 300 V (Stromnetze) verstärkte Isolierung | 4200 V |
| IEC 60439-1 (Abstand zwischen stromführenden Teilen…), Stoßimpulsspannung 4 kV, 500 m | 4700 V |
| IEC 60598-1 | 2120 V |

**Feuchtigkeits- und Isolationswiderstandsmessungen**

Bei der Prüfung außerhalb der Referenzumweltbedingungen kann die Qualität der Isolationswiderstandsmessungen durch Feuchtigkeit beeinträchtigt werden. Feuchtigkeit führt der Oberfläche des kompletten Messsystems (d.h. dem zu prüfenden Isolator, den Messleitungen, dem Messgerät usw.) Leckagenpfade zu. Der Einfluss der Feuchtigkeit reduziert die Genauigkeit, insbesondere bei der Prüfung sehr hoher Widerstände (d.h Tera Ohm). Die schlechtesten Bedingungen entstehen in Umgebungen mit hoher Kondensation, die auch die Sicherheit reduzieren können. Im Falle von hoher Feuchtigkeit wird empfohlen, die Prüfbereiche vor und während der Messungen zu belüften. Im Falle kondensierter Feuchtigkeit muss das Messsystem trocknen und es kann einige Stunden oder sogar ein paar Tage dauern, bis es wieder hergestellt ist.

# 5.3 GUARD-Klemme (Prüfableitklemme)

Der Zweck der GUARD-Klemme ist die Abführung potenzieller Leckagenströme (z.B. Oberflächenströme), die kein Ergebnis des gemessenen Isolationsmaterials selbst sind, sondern ein Ergebnis der Oberflächenkontamination und Feuchtigkeit. Dieser Strom beeinträchtigt die Messung, d.h. das Isolationswiderstandsergebnis wird von diesem Strom beeinflusst. Die GUARD-Klemme ist intern an das gleiche Potenzial angeschlossen wie die negative Prüfklemme (die schwarze). Der GUARD-Messfühler muss an das Prüfobjekt angeschlossen werden, um den größten Teil des ungewollten Leckagenstroms zu erfassen, siehe die nachstehende Abbildung.

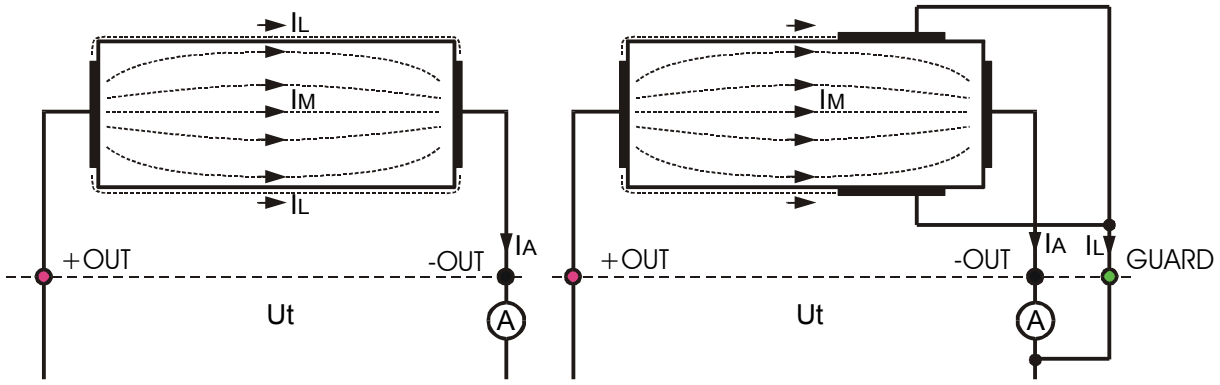



*Abbildung 5.2: Anschluss der GUARD-Klemme an das Messobjekt*

Dabei sind:
Ut ..... Prüfspannung
IL ..... Leckagenstrom (aufgrund von Oberflächenschmutz und Feuchtigkeit)
IM..... Materialstrom (aufgrund der Materialbedingungen)
IA ..... A-Messgerätstrom

Ergebnis ohne Verwendung der GUARD-Klemme:

$$R_{ins} = \frac{U_t}{I_A} = \frac{U_t}{(I_M + I_L)}$$ **Falsches Ergebnis.**

Ergebnis mit Verwendung der GUARD-Klemme:

$$R_{ins} = \frac{U_t}{I_A} = \frac{U_t}{I_M}$$ **Richtiges Ergebnis.**

Es wird empfohlen, den GUARD-Anschluss zu verwenden, wenn ein hoher Isolationswiderstand
(>10 GΩ) gemessen wird.

***Hinweise:***

- Die Prüfableitklemme wird durch den Innenwiderstand geschützt (400 kΩ).
- Das Gerät hat zwei Prüfableitklemmen für einen einfachen Anschluss der abgeschirmten Messleitungen.

# 5.4 Mittelungsoptionen

Filter und die zusätzliche Mittelung sind eingebaut, um den Einfluss von Geräuschen auf die Messergebnisse zu reduzieren. Diese Option ermöglicht stabilere Ergebnisse, insbesondere im Umgang mit hohen Isolationswiderständen.
Bei der Isolationsmessung wird der Status der Mittelungsoption im Messkontrollfenster des LCD-Bildschirms angezeigt. Die nachstehende Tabelle enthält eine Definition der einzelnen Filteroptionen:

| **Mittelungsoptionen** | **Einschwingzeit** | **Bedeutung** |
|---|---|---|
| - - - | 0 s | Mittelung ist aktiviert |
| 5 Ergebnisse | 5 s | Gleitender Durchschnitt von 5 Ergebnissen |
| 10 Ergebnisse | 10 s | Gleitender Durchschnitt von 10 Ergebnissen |
| 30 Ergebnisse | 30 s | Gleitender Durchschnitt von 30 Ergebnissen |
| 60 Ergebnisse | 60 s | Gleitender Durchschnitt von 60 Ergebnissen |

### 5.4.1 Der Zweck der Mittelung

In einfachen Worten wird die Messung durch die Mittelung ausgeglichen.
Es gibt verschiedene Störquellen:

- AC-Ströme auf Höhe der Netzfrequenz und ihrer Oberwellen, Schalttransienten usw. sorgen für eine Instabilität der Ergebnisse. Diese Ströme werden meistens durch Isolationskapazitäten in der Nähe von spannungsführenden Systemen übersprochen,
- Sonstige Ströme werden im elektromagnetischen Umfeld der zu prüfenden Isolierung induziert oder gekoppelt.
- **Rippelstrom aus einer internen Hochspannungsquelle.**

$$i(t) = C \times \frac{dU(t)}{dt}$$

- Ladeffekte hochkapazitiver Lasten und / oder langer Kabel.

Spannungsänderungen sind relativ begrenzt bei einer hoch-ohmigen Isolierung, somit besteht der wichtigste Punkt darin, den gemessenen Strom zu filtern.

***Hinweise:***

- Jede der ausgewählten Mittelungsoptionen erhöht die Einschwingzeit.
- Es ist notwendig, bei der Verwendung der Mittelung sehr genau auf die Auswahl der Zeitintervalle zu achten.
- Die empfohlenen Mindestmesszeiten bei der Verwendung der Mittelung sowie die Einschwingzeiten der ausgewählten Mittelungsoption.

### 5.4.2 Beispiel für die Mittelung

Kapazitives Prüfobjekt 200 nF
Messung des Isolationswiderstands
Prüfparameter:
Un = 5,00 kV
Timer1 = 5:00 min

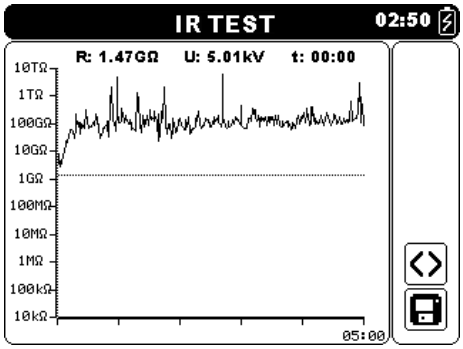



*Abbildung 5.3: Isolationsmessung (AVG _ _ _ )*

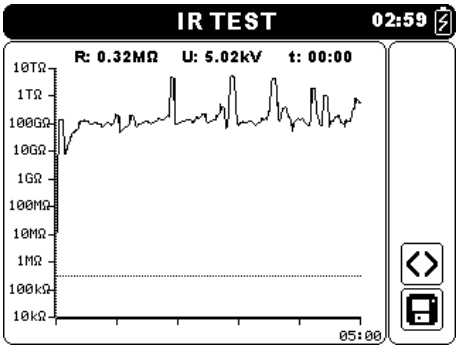



*Abbildung 5.4: Isolationsmessung (AVG 5s )*

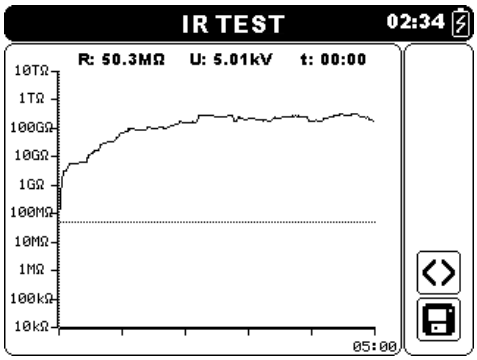



*Abbildung 5.5: Isolationsmessung (AVG 30s )*

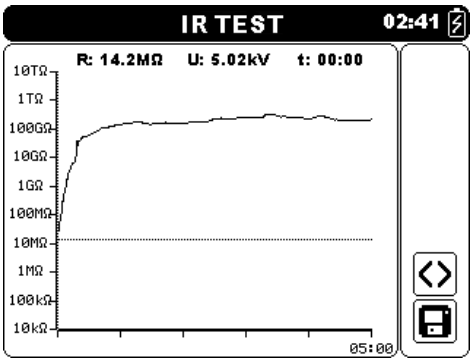



*Abbildung 5.6: Isolationsmessung (AVG 60s )*

## 5.5 Messmenü

Im Messmenü können fünf verschiedene Messungen und Prüfungen ausgewählt werden.

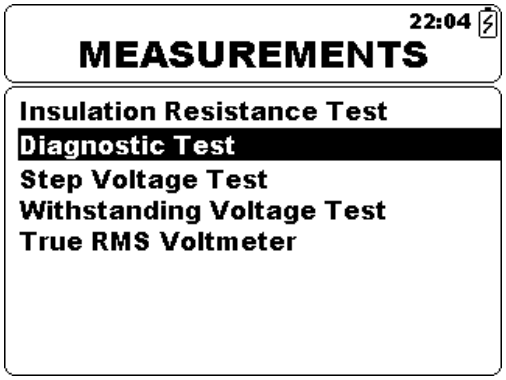



*Abbildung 5.7: Messmenü*

*Tasten:*

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählt Messung oder Prüfung aus. |
| **SELECT (Auswählen)** | Bietet Zugriff auf das ausgewählte Messfunktionsfenster. |
| **ESC** | Kehrt zum ***Hauptmenü*** zurück. |

# 5.6 Messung des Isolationswiderstands

Die Prüfung kann vom Fenster Isolationswiderstandsmessung aus gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die Parameter Ausgangsspannung, Timer, Höchstgrenze und zusätzliche Mittelung bearbeitet werden.

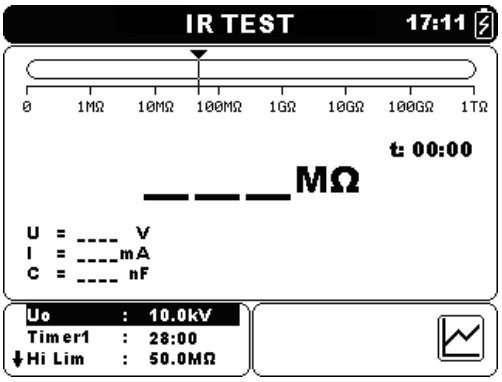



*Abbildung 5.8: Menü zur Isolationswiderstandsmessung*

**Prüfparameter für die Messung des Isolationswiderstands**

| | |
|---|---|
| **Un** | Prüfspannung festlegen – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV). |
| **Timer1** | Dauer der Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min). |
| **Hi Lim** | Grenzwertauswahl (AUS, 0,50 MΩ – 1,0 TΩ). |
| **AVG** | Zusätzliche Mittelung des Ergebniswerts (AUS, 5, 10, 30, 60). |

Tasten:

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählt das zu ändernde Feld aus. |
| ◄ ► | Verändert das gewählte Feld. |
| **SELECT (Auswählen)** | Schaltet zwischen der Diagrammansicht und der Ergebnisansicht hin und her. (Die graphische Darstellung muss im Einstellungsmenü aktiviert sein). |
| **MEM** | Bietet Zugang zum Menü Benutzerdefinierte Prüfung Speichern. Speichert Ergebnisse (sofern vorhanden). |
| **START/ STOPP** | Startet oder stoppt die Isolationswiderstandsmessung. |
| **ESC** | Verlässt das Messmenü. |

Tasten im Diagrammbildschirm - Messung abgeschlossen:

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Den Cursor die angezeigten Diagrammdaten entlang scrollen. |
| ▲ ▼ | Cursor ein / aus |

**Verfahren für die Isolationsmessung:**

- Die Funktion **Isolationswiderstandsmessung** auswählen.
- Die Prüfungsparameter festlegen (Spannung, Timer, Obergrenze, Mittelung).
- Die Prüfungsleitungen an das Gerät und das Prüfungsobjekt anschließen.
- Drücken Sie die Taste **START/STOPP**, um die Messung zu starten.
- Die Taste SELECT drücken, um zwischen der Kurven- und Ergebnisansicht hin- und her zu schalten (optional).
- Warten, bis sich das Prüfungsergebnis stabilisiert hat, dann erneut die Taste **START/STOPP** drücken um die Messung zu stoppen oder warten, bis der Timer abgelaufen ist.
- Warten, dass das zu prüfende Objekt entlädt.
- Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern**.**

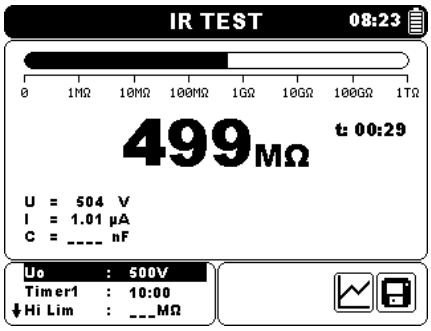



*Abbildung 5.9: Beispiel für das Ergebnis einer Isolationswiderstandsmessung*

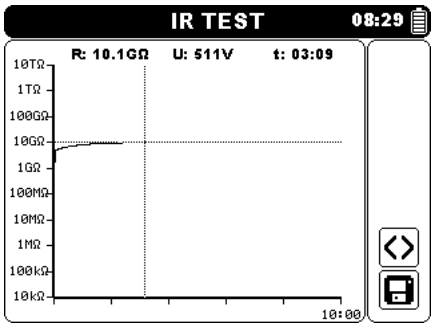



*Abbildung 5.10: Beispiel für die Diagrammansicht einer Isolationswiderstandsmessung*

***Warnhinweise:***

- **Für Sicherheitsmaßnahmen siehe das Kapitel Warnungen!**
- **Berühren Sie das Prüfobjekt während der Messung nicht oder bevor es vollständig entladen ist! Gefahr eines elektrischen Schlags!**

***Hinweise:***

- Beim Starten der Messung die angezeigten Warnungen berücksichtigen!
- Ein Hochspannungswarnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor einer möglicherweise gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während der finalen Entladung des Prüfobjekts gemessen.

### 5.6.1 Grenze festlegen

Mit der Höchstgrenze kann der Benutzer den Widerstandsgrenzwert festlegen. Der gemessene Widerstand wird mit der Grenze verglichen. Das Ergebnis wird nur validiert, wenn es innerhalb der vorgegebenen Grenze liegt. Die Grenzwertanzeige wird durch das Balkendiagramm angezeigt  Diagramm-Marker (siehe Abbildung 5.10).

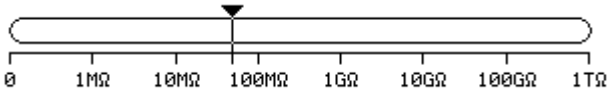



*Abbildung 5.11:Grenzmarker*

***Nachrichtenfenster:***

| | |
|---|---|
| ☑ | Messergebnis liegt innerhalb der festgelegten Grenze. |
| ☒ | Messergebnis liegt außerhalb der festgelegten Grenze. |

***Hinweis:***

- Die Bestanden/Fehlgeschlagen-Anzeige erscheint nur, wenn die Grenze festgelegt wurde und wenn kein Durchschlag, Überspannung oder Geräusch während der Messung erkannt wird.

# 5.7 Diagnoseprüfung

Die Diagnoseprüfung ist eine Langzeitprüfung zur Bewertung der Qualität des geprüften Isolationsmaterials. Die Ergebnisse dieser Prüfung ermöglichen die Entscheidung zum präventiven Austausch des Isolationsmaterials. Die Prüfung kann vom Diagnoseprüfungsfenster aus gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung, können die Parameter bearbeitet werden.

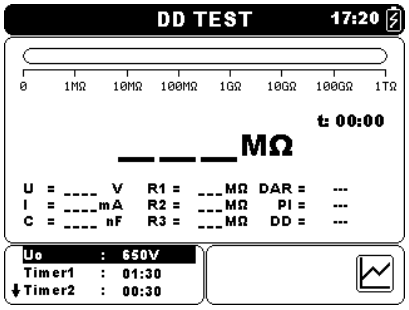



*Abbildung 5.12: Menü für die Diagnoseprüfung*

**Prüfparameter für die Diagnoseprüfung**

| | |
|---|---|
| **Un** | Prüfspannung festlegen – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV). |
| **Timer1** | Verzögerung beim Start der DAR-Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min). |
| **Timer2** | Verzögerung beim Start der PI-Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min). |
| **Timer3** | Dauer der Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min). |
| **DD** | Aktiviert oder deaktiviert die dielektrische Entladungsprüfung. |
| **AVG** | Zusätzliche Mittelung des Ergebniswerts (AUS, 5, 10, 30, 60). |

Tasten:

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählt das zu ändernde Feld aus. |
| ◀ ▶ | Verändert das gewählte Feld. |
| **SELECT (Auswählen)** | Schaltet zwischen der Diagrammansicht und der Ergebnisansicht hin und her. (Die graphische Darstellung muss im Einstellungsmenü aktiviert sein). |
| **MEM** | Bietet Zugang zum Menü Benutzerdefinierte Prüfung Speichern. Speichert Ergebnisse (sofern vorhanden). |
| **START/ STOPP** | Startet oder stoppt die Diagnoseprüfung. |
| **ESC** | Verlässt das Messmenü. |

Tasten im Diagrammbildschirm - Messung abgeschlossen:

| | |
|---|---|
| ◀ ▶ | Den Cursor die angezeigten Diagrammdaten entlang scrollen. |
| ▲ ▼ | Cursor ein / aus |

**Verfahren zur Diagnoseprüfung:**

- Die Funktion **Diagnoseprüfung** auswählen.
- Die Prüfungsparameter festlegen (Spannung, Timer1 ...).
- Die Prüfungsleitungen an das Gerät und das Prüfungsobjekt anschließen.
- Drücken Sie die Taste **START/STOPP**, um die Messung zu starten.
- Die Taste SELECT drücken, um zwischen der Kurven- und Ergebnisansicht hin- und her zu schalten (optional).
- Warten, dass die eingestellten Timer ablaufen.
- Warten, dass das zu prüfende Objekt entlädt.
- Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern**.**

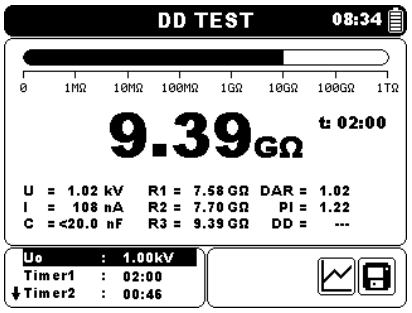



*Abbildung 5.13: Beispiel eines diagnostischen Prüfungsergebnisses*

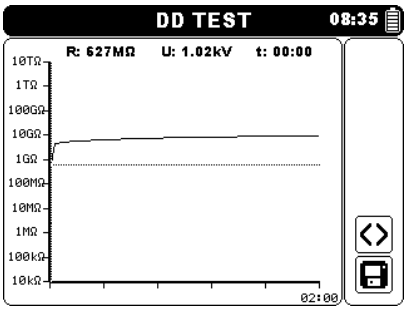
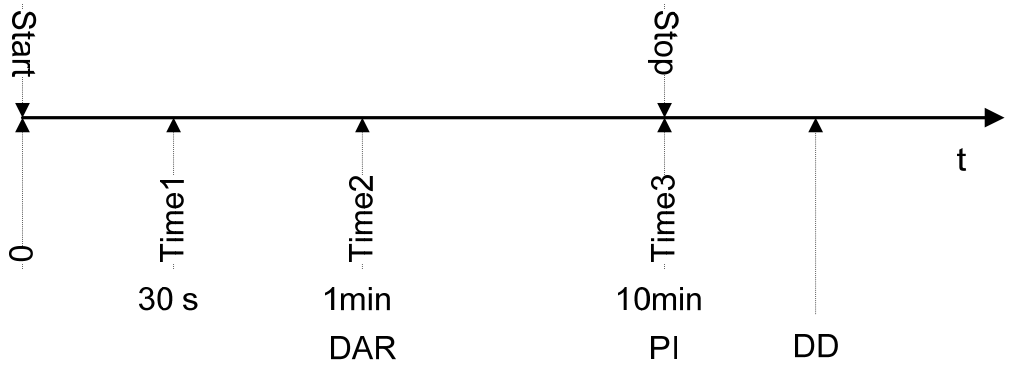



*Abbildung 5.14: Beispiel einer Diagrammansicht für die Diagnoseprüfung*

Timer1, Timer2 und Timer3 sind Timer mit dem gleichen Ausgangspunkt. Der Wert jedes einzelnen stellt die Dauer ab dem Start der Messung dar. Die Höchstdauer ist auf 99 min begrenzt. Die folgende Abbildung zeigt die Timer-Beziehungen an.




Time1 ≤ Time2

Time2 ≤ Time3

*Abbildung 5.15 Timer-Beziehungen*

### 5.7.1 Dielektrisches Absorptionsverhältnis (DAR)

DAR ist das Verhältnis der Isolationswiderstandswerte, die nach 30 Sekunden und nach 1 Minute gemessen werden. Die DC-Prüfspannung ist während der gesamten Messdauer vorhanden (eine Isolationswiderstandsmessung wird ebenfalls kontinuierlich ausgeführt). Am Ende wird das DAR-Verhältnis angezeigt:

$$DAR = \frac{R_{iso}\left(Timer2\_(1\min)\right)}{R_{iso}\left(Timer1\_(30s)\right)}$$

Einige maßgebliche Werte für DAR(Timer1 = 30 s und Timer2 = 1 min):

| DAR-Wert | Geprüfter Materialstatus |
|---|---|
| < 1 | Schlechte Isolierung |
| 1 ≤ DAR ≤1,25 | Akzeptable Isolierung |
| > 1,4 | Sehr gute Isolierung |

***Hinweis:***

- Bei der Bestimmung des Riso (30 s) ganz besonders auf die Kapazität der Prüfobjekte achten. Es muss im ersten Zeitabschnitt (30 s) aufgeladen werden. Ungefähre maximale Kapazität mit:

$$C_{\max}[\mu F] = \frac{t\ [s] \times 10^3}{U\ [V]}$$

Dabei sind:
t ..... Periode der ersten Zeiteinheit (z.B. 30 s).
U ..... Prüfspannung.

### 5.7.2 Polarisationsindex (PI)

PI ist das Verhältnis der Isolationswiderstandswerte, die nach einer Minute und nach 10 Minuten gemessen werden. Die DC-Prüfspannung ist während der gesamten Messdauer vorhanden (eine Isolationswiderstandsmessung wird ebenfalls ausgeführt). Mit Abschluss der Prüfung wird das PI-Verhältnis angezeigt:

$$PI = \frac{R_{iso}\left(Timer3\_(10\min)\right)}{R_{iso}\left(Timer2\_(1\min)\right)}$$

Einige maßgebliche Werte für PI (Timer2 = 1 min und Timer3 = 10 min):

| PI-Wert | Geprüfter Materialstatus |
|---|---|
| 1 – 1,5 | Nicht akzeptabel (ältere Typen) |
| 2 – 4 | Als gute Isolierung erachtet (ältere Typen) |
| 4 | Moderner Typ guter Isolationssysteme |

***Hinweis:***

- Bei der Bestimmung des Riso (1 min) ganz besonders auf die Kapazität der Prüfobjekte achten. Es muss im ersten Zeitabschnitt (1 min) aufgeladen werden. Ungefähre maximale Kapazität mit:

$$C_{\max}[\mu F] = \frac{t\ [s] \times 10^3}{U\ [V]}$$

Dabei sind:
t ..... Periode der ersten Zeiteinheit (z.B. 1 min).
U ..... Prüfspannung.

Die Analyse der Änderung im gemessenen Isolationswiderstand im Laufe der Zeit sowie die Berechnung des DAR und PI sind sehr sinnvolle Wartungsprüfungen eines Isolationsmaterials.

### 5.7.3 Dielektrische Entladungsprüfung (DD)

DD ist die diagnostische Isolationsprüfung, die nach Abschluss der Isolationswiderstandsmessung durchgeführt wird. Üblicherweise bleibt das Isolationsmaterial 1 ÷ 30 min an der Prüfspannung angeschlossen und wird dann entladen, bevor die DD-Prüfung durchgeführt wird. Nach einer Minute wird ein Entladestrom gemessen, um die Laderesorption des Isolationsmaterials zu erkennen. Ein hoher Resorptionsstrom weist auf eine kontaminierte Isolation hin (hauptsächlich aufgrund von Feuchtigkeit):

$$DD = \frac{Idis1\min[nA]}{U[V] \times C[\mu F]}$$

Dabei sind:
Idis 1 min..... Entladestrom, der 1 min nach der regulären Entladung gemessen wird.
C ..... Kapazität des Prüfobjekts.
U ..... Prüfspannung.

Ein hoher Resorptionsstrom zeigt, dass die Isolierung kontaminiert wurde, normalerweise durch Feuchtigkeit. Typische Werte der dielektrischen Entladung werden in der Tabelle dargestellt.

| DD-Wert | Geprüfter Materialstatus |
|---|---|
| > 4 | Schlecht |
| 2 – 4 | Kritisch |
| < 2 | Gut |

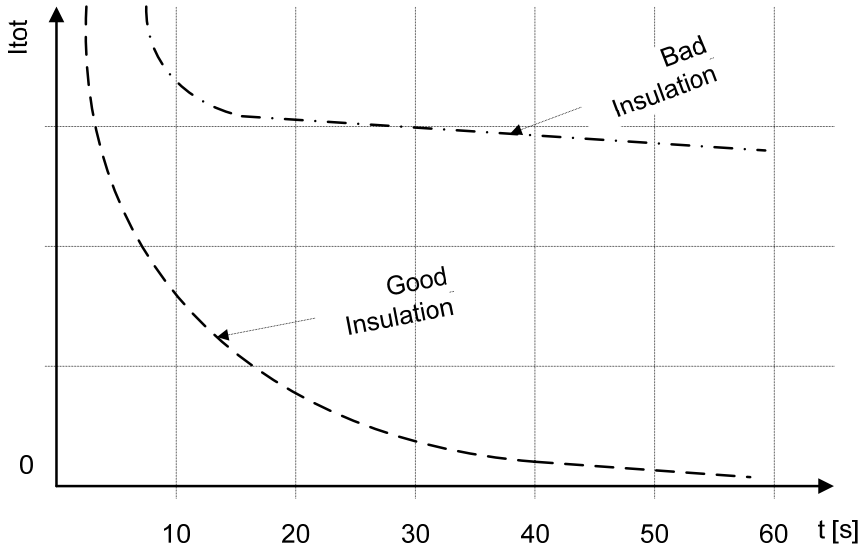



*Abbildung 5.16: Das Strom-/Zeitdiagramm einer guten und schlechten Isolierung, geprüft mit dem dielektrischen Entladeverfahren*

Die dielektrische Entladungsprüfung ist sehr sinnvoll für die Prüfung einer Mehrschichtisolation. Diese Prüfung kann übermäßige Entladeströme identifizieren, die auftreten, wenn eine Schicht einer Mehrschichtisolation beschädigt oder kontaminiert ist. Dieser Zustand wird weder von einer Stichprobe noch von der Polarisierungsindexprüfung erkannt. Der Entladestrom ist bei einer bekannten Spannung und Kapazität höher, wenn eine interne Schicht beschädigt ist. Die Zeitkonstante dieser einzelnen Schicht unterscheidet sich von anderen Schichten, wodurch ein Strom erzeugt wird, der höher ist als der einer Schallisolierung.

***Warnhinweise:***

- **Für Sicherheitsmaßnahmen siehe das Kapitel Warnungen!**
- **Berühren Sie das Prüfobjekt während der Messung nicht oder bevor es vollständig entladen ist! Gefahr eines elektrischen Schlags!**

***Hinweise:***

- Beim Starten der Messung die angezeigten Warnungen berücksichtigen!
- Ein Hochspannungswarnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor einer möglicherweise gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während der finalen Entladung des Prüfobjekts gemessen.
- Falls aktiviert, misst das Gerät die dielektrische Entladung, wenn die Kapazität innerhalb des Bereichs von 20 nF bis 50 μF liegt.
- Die Zeitdauer der Kurve R(t) entspricht dem Wert von Timer3.
- Der Timer-Wert könnte sehr lang sein (bis zu 99 Minuten), somit wird der spezielle Automatikdezimierungsalgorithmus verwendet, um die Kurve R (t) auf den LCD zu schreiben.
- Wenn die zusätzliche Mittelung des Ergebniswerts eingeschaltet ist, werden PI und DAR nicht berechnet (---).

# 5.8 Stufenspannungsprüfung

Bei dieser Prüfung wird die Isolierung in fünf gleich langen Zeiträumen mit Prüfspannungen von einem Fünftel der finalen Prüfspannung bis zur Vollaussteuerung gemessen (Abbildung 5.17). Diese Funktion stellt die Beziehung zwischen dem Materialisolationswiderstand und seiner angelegten Spannung dar.

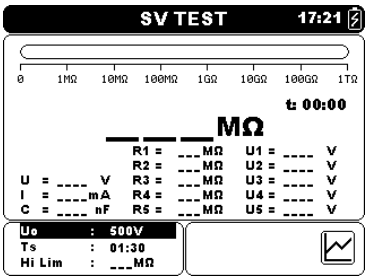

SV TEST
17:21
0 1MΩ 10MΩ 100MΩ 1GΩ 10GΩ 100GΩ 1TΩ
t: 00:00
MΩ
R1 = ___MΩ U1 = ____ V
R2 = ___MΩ U2 = ____ V
U = ____ V R3 = ___MΩ U3 = ____ V
I = ____mA R4 = ___MΩ U4 = ____ V
C = ____ nF R5 = ___MΩ U5 = ____ V
Uo : 500V
Ts : 01:30
Hi Lim : ___MΩ

*Abbildung 5.17: Menü für die Stufenspannungsprüfung*

**Prüfparameter für die Stufenspannungsprüfung**

| | |
|---|---|
| **Un** | Prüfspannung festlegen – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV). |
| **Timer1** | Dauer der Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min). |
| **AVG** | Zusätzliche Mittelung des Ergebniswerts (AUS, 5, 10, 30, 60). |

Tasten:

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählt das zu ändernde Feld aus. |
| ◄ ► | Verändert das gewählte Feld. |
| **SELECT (Auswählen)** | Schaltet zwischen der Diagrammansicht und der Ergebnisansicht hin und her. (Die graphische Darstellung muss im Einstellungsmenü aktiviert sein). |
| **MEM** | Bietet Zugang zum Menü Benutzerdefinierte Prüfung Speichern. Speichert Ergebnisse (sofern vorhanden). |
| **START/ STOPP** | Startet oder stoppt die Stufenspannungsprüfung. |
| **ESC** | Verlässt das Messmenü. |

Tasten im Diagrammbildschirm - Messung abgeschlossen:

| | |
|---|---|
| ◄ ► | Den Cursor die angezeigten Diagrammdaten entlang scrollen. |
| ▲ ▼ | Cursor ein / aus. |

**Stufenspannungsprüfverfahren:**

- Die Funktion **Stufenspannungsprüfung** auswählen.
- Die Prüfungsparameter festlegen (Spannung, Timer ...).
- Die Prüfungsleitungen an das Gerät und das Prüfungsobjekt anschließen.
- Drücken Sie die Taste **START/STOPP**, um die Messung zu starten.
- Die Taste SELECT drücken, um zwischen der Kurven- und Ergebnisansicht hin- und her zu schalten (optional).
- Warten, dass die eingestellten Timer ablaufen.
- Warten, dass das zu prüfende Objekt entlädt.
- Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern**.**

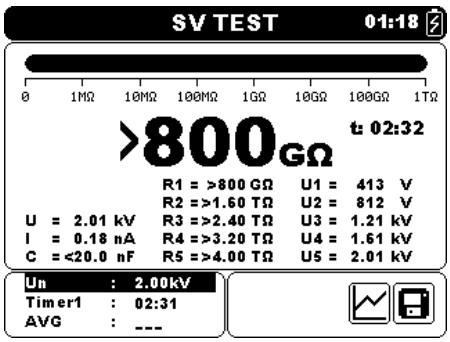



*Abbildung 5.18: Beispiel eines Stufenspannungsprüfungsergebnisses*

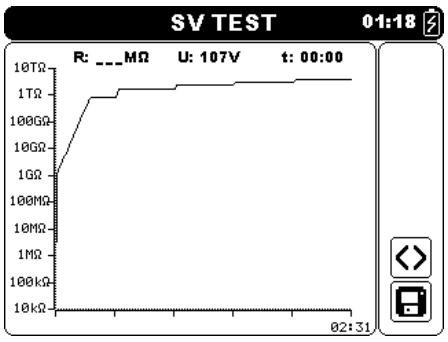



*Abbildung 5.19: Beispiel einer Diagrammansicht für die Stufenspannungsprüfung*

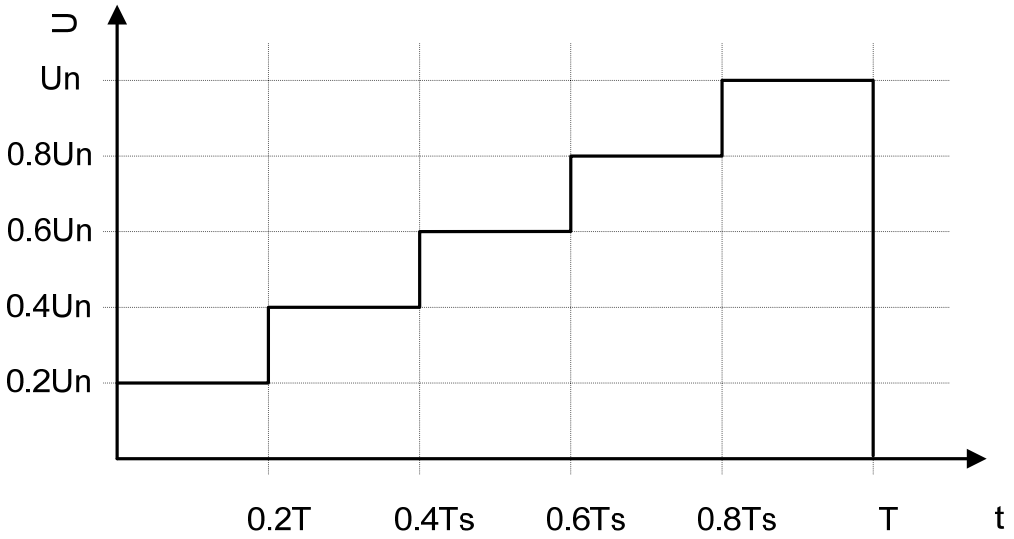



*Abbildung 5.20 Herauftransformierende Spannungsprüfung*

***Warnhinweise:***

- **Für Sicherheitsmaßnahmen siehe das Kapitel Warnungen!**
- **Berühren Sie das Prüfobjekt während der Messung nicht oder bevor es vollständig entladen ist! Gefahr eines elektrischen Schlags!**

***Hinweise:***

- Beim Starten der Messung die angezeigten Warnungen berücksichtigen!
- Ein Hochspannungswarnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor einer möglicherweise gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während der finalen Entladung des Prüfobjekts gemessen.
- Die Timer-Information zeigt nach Abschluss der Messung den vollständigen Messzeitraum.

# 5.9 Stoßspannungs prüfung

Diese Funktion bietet eine Stoßspannungsprüfung des Isolationsmaterials. Sie deckt zwei Arten von Prüfungen ab:

- Durchschlagsspannungsprüfung eines Hochspannungsgeräts, z.B. Überspannungssuppressoren.
- DC-Widerstandsspannungsprüfung zu Zwecken der Isolationskoordination.

Beide Funktionen erfordern die Erkennung des Durchschlagstroms. In der Funktion wird die Prüfspannung über eine im Vorfeld festgelegte Zeit (durch die Parameter festgelegt) von der Startspannung auf die Stoppspannung erhöht. Die Stoppspannung wird dann für eine im Vorfeld festgelegte Prüfzeit beibehalten.

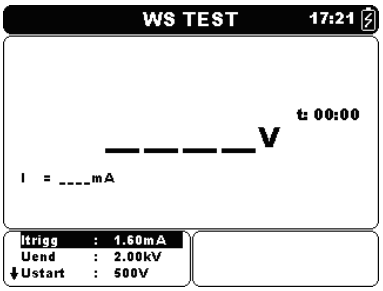



*Abbildung 5.21: Menü für die Stoßspannungsprüfung*

**Prüfparameter für die Stoßspannungsprüfung**

| | |
|---|---|
| **Itrigg** | Auslöseleckagenstromschritt festlegen – 100 μA (max 1,00 mA). |
| **Ustart** | Prüfspannung stoppen – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV). |
| **Uend** | Prüfspannung starten – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV). |
| **Tramp** | Dauer der Testrampenspannung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min). |
| **Tstart** | Dauer der Startprüfspannung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min). |
| **Tend** | Dauer der konstanten Prüfspannung nach dem Erreichen des Stoppwerts (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min). |

Tasten:

| | |
|---|---|
| ▲ ▼ | Wählt das zu ändernde Feld aus. |
| ◄ ► | Verändert das gewählte Feld. |
| **MEM** | Bietet Zugang zum Menü Benutzerdefinierte Prüfung Speichern. Speichert Ergebnisse (sofern vorhanden). |
| **START/ STOPP** | Start oder Stopp der Stoßspannungsprüfung. |
| **ESC** | Verlässt das Messmenü. |

**Prüfungsverfahren zur Stoßspannung:**

- Die Funktion **Stoßspannungsprüfung** auswählen.
- Die Prüfungsparameter festlegen (Spannung, Timer ...).
- Die Prüfungsleitungen an das Gerät und das Prüfungsobjekt anschließen.
- Drücken Sie die Taste **START/STOPP**, um die Messung zu starten.

- Warten, bis der eingestellte Timer abläuft oder ein Störfall auftritt, (das Ergebnis wird angezeigt).
- Warten, dass das zu prüfende Objekt entlädt.
- Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern**.**

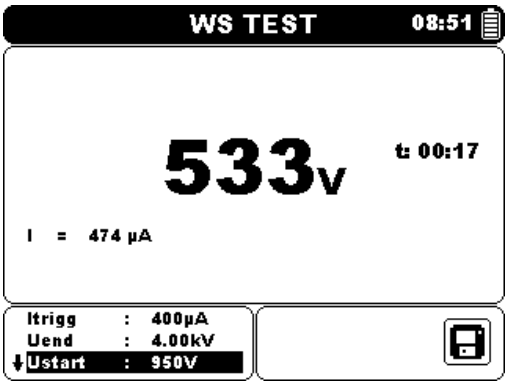



*Abbildung 5.22: Beispiel eines Stoßspannungsprüfungsergebnisses*

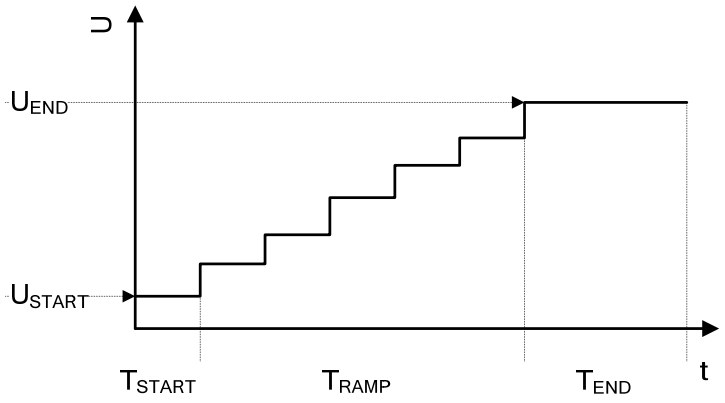



*Abbildung 5.23 Prüfungsspannungsdarstellung ohne Durchschlag*

USTART..... Prüfspannung starten.
UEND..... Prüfspannung beenden.
TRAMP ..... Dauer der Testrampe.
TSTART ..... Dauer der Startprüfspannung.
TEND ..... Dauer der Prüfspannung nach dem Erreichen des UEND Werts.

***Hinweise:***

- Ein Ausfall wird erkannt, wenn der gemessene Strom das festgelegte Niveau Itrigg erreicht oder überschreitet.
- Ein Hochspannungswarnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor einer möglicherweise gefährlichen Prüfspannung zu warnen.

## 5.10 True RMS Voltmeter

Es handelt sich um eine einfache Funktion, die die Spannung und Frequenz an den -Rx und -Rx Anschlüssen dauerhaft misst. Die gemessene Spannung und die Frequenz in der Funktion True RMS Voltmeter kann gespeichert werden.

**Prüfkreis für die Spannungsmessung**

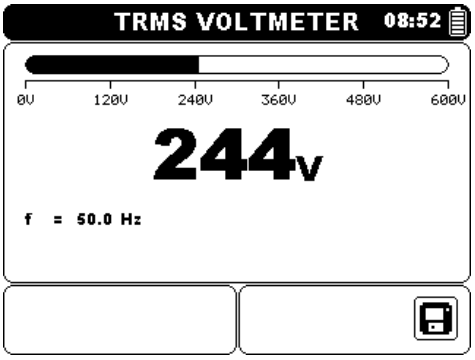



*Abbildung 5.24: True RMS Voltmeteranzeige*

**Messverfahren:**

- Die Funktion **True RMS Voltmeter** auswählen.
- Die Messleitungen in das Gerät einsetzen.
- Die Messleitungen mit Sonden oder Krokodilklemmen an den Messpunkten anschließen.
- Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern**.**

***Warnhinweise:***

- **Für Sicherheitsmaßnahmen siehe das Kapitel Warnungen!**
- **Berühren Sie das Prüfobjekt während der Messung nicht oder bevor es vollständig entladen ist! Gefahr eines elektrischen Schlags!**

# 6 Kommunikation

Das Gerät kann mit der HVLink PRO PC Software kommunizieren. Die folgende Aktion wird unterstützt:

- Gespeicherte Ergebnisse können heruntergeladen und auf einem PC gespeichert werden.

Ein spezielles Kommunikationsprogramm auf dem PC erkennt das Gerät automatisch und ermöglicht die Datenübertragung zwischen Gerät und PC.
Auf dem Gerät stehen zwei Kommunikationsschnittstellen zur Verfügung: USB oder RS 232.

**Übertragung gespeicherter Daten:**

- Kommunikation über RS 232: Verbinden Sie einen COM-Port des PC über das serielle Kommunikationskabel RS232 mit dem RS 232-Anschluss des Geräts.
- Kommunikation über USB: Verbinden Sie einen USB-Anschluss des PC über das USB-Schnittstellenkabel mit dem USB-Anschluss des Geräts.
- Schalten Sie den PC und das Gerät ein.
- Den gewünschten Kommunikationsanschluss RS 232 oder USB festlegen.
- Die HVLink Pro PC Software ausführen.
- Das Gerät ist bereit, die Daten auf den PC herunterzuladen.

***Hinweis:***

- Vor Verwendung der USB-Schnittstelle sollten die USB-Treiber auf dem PC installiert sein. Anleitungen zur USB-Installation finden Sie auf der Installations-CD.

# 7 Wartung

Unbefugten Personen ist es nicht gestattet, das TeraOhm XA 10kV Gerät zu öffnen. Außer den Akkus gibt es im Inneren des Geräts keine vom Benutzer zu ersetzenden Bauteile.

## 7.1 Einsetzen und Austausch der Akkus

Der Akku wird im Akkufach des Gerätegehäuses unter der Akkuabdeckung gelagert (siehe Abbildung 7.1). Im Falle eines defekten Akkus bitte folgendes beachten:

***Schritt 1***

Den Strom abschalten, das Messzubehör sowie das am Gerät angeschlossene Netzkabel vor dem Öffnen der Akkuabdeckung trennen, um einen Stromschlag zu vermeiden.

***Schritt 2***

Akkuabdeckung entfernen (siehe Abbildung 7.1) !

*Abbildung 7.1:* Schrauben für Akkuabdeckung

***Schritt 3***

Mit einem Akku des gleichen Typs austauschen.

***Schritt 4***

Den Akku korrekt einsetzen und die Polarität prüfen (siehe Abbildung 7.2) !

*Abbildung 7.2:* Korrekt eingesetzter Akku

***Schritt 5***

Die Akkuabdeckung wieder befestigen.

Sicherstellen, das alle Akkus gemäß den Herstellerrichtlinien und in Übereinstimmung mit den Richtlinien lokaler und nationaler Behörden verwendet und entsorgt werden.

***Hinweis:***

- Der Bediener muss das Gerät nach der vollständigen Ladezeit nicht vom Netzanschluss trennen. Das Gerät kann dauerhaft angeschlossen werden.

***Warnhinweise:***

- ⚠ **Das Messzubehör und den Netzanschluss trennen und das Gerät vor dem Öffnen der Akkuabdeckung ausschalten!**
- **Nur einen wiederaufladbaren LC-R123R4PG Akku verwenden!**

## 7.2 Reinigung

Für das Gehäuse ist keine besondere Wartung erforderlich. Verwenden Sie zum Reinigen der Geräteoberfläche einen weichen Lappen, der leicht mit Seifenwasser oder Alkohol befeuchtet wird. Lassen Sie das Gerät vor der Benutzung vollständig abtrocknen.

***Warnhinweise:***

- Verwenden Sie keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen!
- Schütten Sie keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät!

## 7.3 Regelmäßige Kalibrierung

Es ist sehr wichtig, dass das Prüfgerät regelmäßig kalibriert wird, damit die in dieser Anleitung aufgeführten technischen Daten gewährleistet werden. Wir empfehlen eine jährliche Kalibrierung. Die Kalibrierung darf nur von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden. Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihren Händler.

## 7.4 Kundendienst

Für Garantieleistungen und sonstige Reparaturen wenden Sie sich bitte an Ihren Händler.

# 8 Technische Daten

Nennprüfspannungsbereich .....50 V - 10 kV
Spannungsschritt .....50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV)
Genauigkeit der Ausgangsspannung .....-0%, +10% ± 10 V

Strombelastbarkeit des Prüfgenerators.....> 1 mA
Kurzschluss- / Laststrom.....5 mA ± 10 %
Laderate für eine kapazitive Last < 3 s / µF bei 10 kV

Automatische Entladung .....ja
Entladerate für eine kapazitive Last < 0,25 s / µF bei 10 kV
Entladungswiderstand.....41 kΩ ± 10 %

Balkendiagrammbereich .....0 ÷ 1 TΩ (logarithmische Skala)
Schutzwiderstand.....400 kΩ ± 5 %
AC-Eingangsstrom Geräuschunterdrückung..1 mA @ 600 V (4 mA max)

**Widerstand**

| Messbereich (Ω) | Auflösung (Ω) | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 0,01 ÷ 9,99 M | 10 k | ±(5 % des Ablesewerts + 3 Stellen) |
| 10,0 ÷ 99,9 M | 100 k | |
| 100 ÷ 999 M | 1 M | |
| 1,00 ÷ 9,99 G | 10 M | |
| 10,0 ÷ 99,9 G | 100 M | |
| 100 ÷ 999 G | 1 G | |
| 1,0 ÷ 9,9 T | 100 G | ±(15 % des Ablesewerts + 1 Stellen) |
| 10 ÷ 20 T | 1 T | |

*Tabelle 8.1: Widerstandsmessbereiche und Genauigkeit (10 kV)*

***Hinweise:***

- Der Skalenendwert des Widerstands ($R_{FS}$) hängt von der Nennprüfspannung ($U_N$) ab und wird gemäß der folgenden Gleichung definiert:

$$R_{FS} = 2 * 10^9 [\Omega / V] * U_N [V]$$

- Die Genauigkeit gegenüber dem Messbereichswiderstand wird in der nachstehenden Tabelle definiert:

| Messbereich (Ω) | Genauigkeit |
|---|---|
| $R < \frac{R_{FS}}{20}$ | ±(5 % des Ablesewerts + 3 Stellen) |
| $\frac{R_{FS}}{20} \geq R \geq R_{FS}$ | ±(15 % des Ablesewerts + 1 Stellen) |

**Strom**

| Messbereich (A) | Auflösung (A) | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 1,00 ÷ 5,00 m | 10 µ | ±(5 % des Ablesewerts + 3 Stellen) |
| 100 ÷999 µ | 1 µ | |
| 10.0 ÷ 99,9 µ | 100 n | |
| 1.00 ÷ 9,99 µ | 10 n | |
| 100 ÷ 999 n | 1 n | |
| 10,0 ÷ 99,9 n | 100 p | |
| 0,00 ÷ 9,99 n | 10 p | ±(10 % des Ablesewerts + 0,15 nA) |

*Tabelle 8.2: Aktuelle Messbereiche und Genauigkeit*

**Spannung**

| Messbereich (V) | Auflösung (V) | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 0 ÷ 999 | 1 | ±(5 % des Ablesewerts + 3 Stellen) |
| 1,00 ÷ 9,99 k | 10 | |
| 10,0 ÷ 14,0 k | 100 | |

*Tabelle 8.3: Spannungsmessbereiche und Genauigkeit*

**Kapazität**

| Messbereich (F) | Auflösung (F) | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 20 ÷ 999 n | 1 n | ±(5 % des Ablesewerts + 3 Stellen) |
| 1.00 ÷ 9,99 µ | 10 n | |
| 10,0 ÷ 50,0 µ | 100 n | |

*Tabelle 8.4: Kapazitätsmessbereiche und Genauigkeit*

Nennspannungsbereich .....500 V ÷ 10 kV

**Dielektrisches Absorptionsverhältnis DAR**

| Display-Bereich DAR | Auflösung | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 0,01 ÷ 9,99 | 0,01 | ±(5 % des Ablesewerts + 3 Stellen) |
| 10,0 ÷ 100,0 | 0,1 | |

*Tabelle 8.5: DAR-Displaybereiche und Genauigkeit*

**Polarisationsindex PI**

| Display-Bereich PI | Auflösung | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 0,01 ÷ 9,99 | 0,01 | ±(5 % des Ablesewerts + 2 Stellen) |
| 10,0 ÷ 100,0 | 0,1 | |

*Tabelle 8.6: PI-Displaybereiche und Genauigkeit*

**Dielektrische Entladungsprüfung DD**

| Anzeigebereich DD | Auflösung | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 0,01 ÷ 9,99 | 0,01 | ±(5 % des Ablesewerts + 2 Stellen) |
| 10,0 ÷ 100,0 | 0,1 | |

*Tabelle 8.7: DD-Displaybereiche und Genauigkeit*

***Hinweise:***

- Alle Daten im Hinblick auf die Genauigkeit sind für die nominale Referenzmessung von Umweltbedingungen gegeben.
- Der Fehler unter Betriebsbedingungen darf maximal der Fehler unter Referenzbedingungen (in der Anleitung für jede Funktion angegeben) 5% des Messwerts + 3 Stellen sein, sofern in der Anleitung für spezielle Funktionen nichts anderes angegeben ist.
- Kapazitätsbereich für DD-Prüfung: 20 nF bis 50 μF.

# 8.1 True RMS Voltmeter

**Spannung**

| Messbereich (V) | Auflösung (V) | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 5,0 ÷ 99,9 | 0,1 | ±(2 % des Ablesewerts + 2 Stellen) |
| 100 ÷ 550 | 1 | |

Ergebnisart.....Effektivwert (trms)
Nennfrequenzbereich.....DC, 45 Hz ÷ 65 Hz
Eingangswiderstand.....40 kΩ ± 10 %

**Frequenz**

| Messbereich (Hz) | Auflösung (Hz) | Genauigkeit |
|---|---|---|
| 10 ÷ 500 | 0,1 | ±(0,2 % des Ablesewerts + 1 Stelle) |

Nennspannungsbereich .....5 V ÷ 550 V

# 8.2 Allgemeine Daten

Akkubetrieb ..... 12 V DC (3,4 Ah Blei – Säure)
Akkuladezeit..... normalerweise 4 h (Tiefentladung)
Akkubetriebszeit:
Ruhezustand..... > 24 h
Messungen ..... > 3 h kontinuierliche Prüfung 100 MΩ Last @ 10 kV
..... > 5 h kontinuierliche Prüfung 100 MΩ Last @ 5 kV
Auto-Abschalttimer..... 15 min (Ruhezustand)

Stromnetz..... 90-260 $V_{AC}$, 45-65 Hz, 100 VA (300 V CAT II)

Schutzklasse..... verstärkte Isolierung ⧈
Überspannungskategorie ..... 600 V CAT IV
Verschmutzungsgrad ..... 2

Schutzklasse..... IP 65 (Gehäuse geschlossen)
Abmessungen (b × h × t)..... 36 x 16 x 33 cm
Gewicht..... 6,5 kg (mit Akku und Zubehör)

Ton- und optisches Warnsignal..... Ja
Display ..... 320 x 240 Punktmatrix-Display mit Hintergrundbeleuchtung

Referenzbedingungen:
Referenztemperaturbereich ..... 25 °C ± 5 °C
Referenzfeuchtigkeitsbereich..... 40 % rF ÷ 60 % rF

Betriebsbedingungen:
Arbeitstemperaturbereich..... -10 °C ÷ 50 °C
Maximale relative Feuchtigkeit..... 90 % rF (0 °C ÷ 40 °C), ohne Kondensatbildung
Arbeitsnennhöhe..... bis zu 2000 m

Lagerbedingungen:
Temperaturbereich..... -10 °C ÷ +70 °C
Maximale relative Feuchtigkeit..... 90 % rF (-10 °C ÷ +40 °C)
80 % rF (40 °C ÷ 60 °C)

RS 232 Serienkommunikation..... galvanisch getrennt
Baud-Rate:..... 9600 Baud-Rate, 1 Stoppbit, keine Parität
Anschluss:..... Standard RS232 9-polige D Buchse

USB Slave-Kommunikation..... galvanisch getrennt
Baud-Rate..... 9600 Baud-Rate
Anschluss..... USB-Standardanschluss - Typ B

Bluetooth-Kommunikation
Baud-Rate:..... 115200 Baud-Rate

Speicher..... 1000 Speicherorte (4 MB Flash-Speicher)
Echtzeit-Uhrenfehler ..... ± 50 ppm

# Appendix A – Fernbedienung

Die Fernbedienungsfunktion dient der Abstandskontrolle des Geräts MI 3210 TeraOhmXA 10kV über RS232, USB oder Bluetooth-Kommunikation (optional).

**Tastaturbetrieb**
Alle Funktionen der Tastatur können über Fernbedienungskommunikation betätigt werden.
Tabelle A.1 zeigt die entsprechende Syntax an, um die Gerätetasten zu steuern. Wenn das Gerät den Befehl empfängt, wird dieser als bestätigt zurückgesendet.

| Tastatur | Syntax | Bedeutung |
|---|---|---|
| **START / STOPP** | **~TASTE;START** | Startet oder stoppt die Messung. |
| **EIN/AUS** | **~TASTE;OFF** | Schaltet das Gerät aus. |
| **MEM** | **~TASTE;MEM** | Speichern/Abrufen/Löschen von Prüfungen im Gerätespeicher. |
| **SELECT (Auswählen)** | **~TASTE;SELECT** | Um für die ausgewählte Funktion in den Setup-Modus zu gelangen oder um den einzustellenden aktiven Parameter auszuwählen. |
| ⮝ | **~TASTE;UP** | Eine Option wählen - nach oben, nach unten. |
| ⮟ | **~TASTE;DOWN** | Eine Option wählen - nach oben, nach unten. |
| ⮜ | **~TASTE;LEFT** | Den ausgewählten Parameter senken oder erhöhen. |
| ⮞ | **~TASTE;RIGHT** | Den ausgewählten Parameter senken oder erhöhen. |
| **ESC** | **~TASTE;ESC** | Den ausgewählten Modus verlassen. |
| ☼ | **~TASTE;LIGHT** | Das Hintergrundlicht des Displays EIN- oder AUSschalten. |

*Tabelle A.1: Befehle über Tastaturbetrieb*

**Prüfbetrieb**
Alle gespeicherten benutzerdefinierten Prüfungen können durch Kommunikation über Fernbedienung durchgeführt werden. Tabelle A.2 zeigt die entsprechende Syntax an, um eine benutzerdefinierte Prüfung zu starten. Wenn das Gerät den Befehl empfängt, wird dieser als bestätigt zurückgesendet.

| Benutzerdefinierte Prüfungen | Syntax | Bedeutung |
|---|---|---|
| KABEL, 1kV | **~RUN;CUSTOM;CABEL 1kV** | Ausgewählte benutzerdefinierte Prüfung ausführen. |
| 500V TEST | **~RUN;CUSTOM;500V TEST** | Ausgewählte benutzerdefinierte Prüfung ausführen. |

| | |
|---|---|
| **~REZIM;PRINT_RESULTS;ON** | Aktiviert das Drucken von Ergebnissen (U,I,t). |
| **~REZIM;PRINT_RESULTS;OFF** | Deaktiviert das Drucken von Ergebnissen (U,I,t). |

*Tabelle A.2: Beispiele für Betriebsbefehle bei benutzerdefinierten Prüfungen*